6254
Aug. 12, 1889.

NOVA ACTA

ACADEMIAE

CAESAREAE LEOPOLDINO-CAROLINAE GERMANICAE NATURAE CURIOSORUM.

TOMUS QUINQUAGESIMUS PRIMUS.

CUM TABULIS XLIX.

Verhandlungen

der

Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher.

Ein und fünfzigster Band.

Mit 49 Tafeln.

Halle, 1887.

Druck von E. Blochmann und Sohn in Dresden.

Für die Akademie in Commission bei W. Engelmann in Leipzig.

Verhandlungen

der

Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher.

Ein und fünfzigster Band.

Mit 49 Tafeln.

Halle, 1887.

Druck von E. Blochmann und Sohn
in Dresden.

Für die Akademie in Commission bei W. Engelmann in Leipzig.

NOVA ACTA

ACADEMIAE

CAESAREAE LEOPOLDINO-CAROLINAE GERMANICAE NATURAE CURIOSORUM.

TOMUS QUINQUAGESIMUS PRIMUS.

CUM TABULIS XLIX.

HALIS SAXONUM, MDCCCLXXXVII.

Ex officina E. Blochmanni et Filii
Dresdae.

Pro Academia apud W. Engelmann. Lipsiae.

GUILIELMO I

REGNI GERMANICI RESTITUTORI ET IMPERATORI GLORIOSISSIMO

BORUSSORUM REGI AUGUSTISSIMO POTENTISSIMO

ACADEMIAE CAESAREAE LEOPOLDINO-CAROLINAE GERMANICAE
NATURAE CURIOSORUM

PROTECTORI SUPREMO, AMPLISSIMO, CLEMENTISSIMO

HOC QUINQUAGESIMUM PRIMUM NOVORUM ACTORUM VOLUMEN

SACRUM ESSE DESPONSUMQUE

VOLUIT ACADEMIA

PRAESIDE

HERMANNO KNOBLAUCH.

Inhalt des LI. Bandes.

I. Dr. **Joh. Georg Bornemann.** Die Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems der Insel Sardinien nebst vergleichenden Untersuchungen über analoge Vorkommnisse aus andern Ländern . . . . . S. 1—148. Taf. I—XXXIII.

II. Dr. **H. F. Kessler.** Die Entwickelungs- und Lebensgeschichte von Chaitophorus aceris Koch, Chaitophorus testudinatus Thornton und Chaitophorus lyropictus Kessler. Drei gesonderte Arten. (Bisher nur als eine Art, Aphis aceris Linné, bekannt) . S. 149—180. Taf. XXXIV.

III. Dr. **Eugen Korschelt.** Zur Bildung der Eihüllen, der Mikropylen und Chorionanhänge bei den Insekten S. 181—252. Taf. XXXV—XXXIX.

IV. **F. Bennecke.** Untersuchungen der stationären elektrischen Strömung in einer unendlichen Ebene für den Fall, dass die Zuleitung der beiden verschiedenen Elektricitäten in zwei parallelen geradlinigen Strecken erfolgt . . . . . S. 253—300. Taf. XL—XLIV.

V. **Aug. Feist.** Ueber die Schutzeinrichtungen der Laubknospen dicotyler Laubbäume während ihrer Entwickelung . . . . . S. 301—344. Taf. XLV—XLVI.

VI. **Bruno Hofer.** Untersuchungen über den Bau der Speicheldrüsen und des dazu gehörenden Nervenapparats von Blatta. . . . . S. 345—395. Taf. XLVII—XLIX.

NOVA ACTA
der Ksl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher
Band LI. Nr. 1.

Die Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems der Insel Sardinien

nebst vergleichenden Untersuchungen über analoge Vorkommnisse aus andern Ländern.

Von

Dr. **Joh. Georg Bornemann,** M. A. N.,

Ritter 1. Abth. des Grossherzogl. Sächs. Ordens der Wachsamkeit oder vom weissen Falken, Offizier des Ordens der Italiänischen Krone, Mitglied der Deutschen geologischen Gesellschaft, der Société géologique de France, der Società geologica italiana, der Deutschen botanischen Gesellschaft, correspondirendes Mitglied der k. k. Oesterr. geologischen Reichsanstalt etc. etc.

Erste Abtheilung.

Mit 33 Tafeln Nr. I—XXXIII.

Eingegangen bei der Akademie den 25. Juni 1885.

HALLE.
1886.

Druck von E. Blochmann & Sohn in Dresden.
Für die Akademie in Commission bei Wilh. Engelmann in Leipzig.

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit ist das Resultat eingehender geologischer Studien über die cambrischen Gebilde Sardiniens, welche ich während öfterer Aufenthalte an der noch wenig durchforschten Westküste der von der Natur reich gesegneten Insel zu machen Gelegenheit hatte.

Die dabei gefundenen zahlreichen Fossilien sind, mit Ausnahme einer im Anfang gesammelten Suite, welche ich Herrn Meneghini für das Museum in Pisa übergeben hatte, nach Eisenach gesandt und hier einer sorgfältigen Untersuchung unterworfen worden.

Die Reihe der Fossilien besteht in einigen Pflanzenformen und Spongien, zahlreichen Archaeocyathinen, mehreren Brachiopoden, wenigen Pteropoden und einer grossen Anzahl von Trilobiten.

Die gegenwärtige Schrift umfasst als erste Abtheilung die Pflanzen, Spongien und Archaeocyathinen, während das Uebrige nebst einer stratigraphischen Abtheilung und etwaigen Nachträgen in einer zweiten Abtheilung nachfolgen soll.

Waren schon die Lokalstudien in dem für den Naturforscher noch fast unverritzten Felde der romantischen Felsenküste von Canalgrande ein hoher Genuss, wenn es glückte, neben oder in den an lebenden Seethieren und Pflanzen so reichen Felsen und Meeresgrotten schön erhaltene cambrische Versteinerungen zu entdecken, so gewährte auch die später in Musse in der thüringischen Heimath ausgeführte Untersuchung der gesammelten Objekte noch besondere Befriedigung, als es nach mühsamer Arbeit mittelst einer verbesserten

Steinschneide- und Schleifmaschine und des Mikroskops gelang, den Organismen der ältesten Urzeit bis in die zartesten Verhältnisse nachzuspüren und ähnliche wunderbare Lebenserscheinungen in der frühesten Periode irdischen Lebens nachzuweisen, wie der Wechsel der Lebensformen bei der niederen Thierwelt, deren Erkenntniss einen Glanzpunkt der neueren zoologischen Wissenschaft bildet.

Da die bildliche Darstellung der zarten Objekte mittelst des Zeichenstifts sich bald als unzulänglich erwies, nahm ich die schon in früherer Zeit geübte Photographie zu Hülfe, welche mit den heutigen Methoden und neueren Verbesserungen für die bequeme und exacte Darstellung natürlicher Verhältnisse nicht genug empfohlen werden kann. Für die meisten Photogramme von Dünnschliffen, bei welchen sich eine etwa 4malige Vergrösserung als die zur Darstellung zweckmässigste erwies, wurde ein Objektiv von Steinheil (Antiplanet Nr. 3) angewandt, dessen ebene Bilder sich vor anderen Apparaten auszeichnen.

Meinen Freunden, welche mich bei der Ausführung meiner Arbeit durch Zusendung von Vergleichsmaterial und wissenschaftlichen Mittheilungen unterstützten, besonders Herrn Geheimrath Dr. Ferdinand Roemer in Breslau, spreche ich hierdurch meinen Dank aus, indem ich zugleich der Beihülfe gedenke, welche mir Seitens meiner Söhne Dr. phil. L. G. Bornemann und Bergingenieur Victor Bornemann beim Einsammeln und Präpariren der Fossilien zu Theil geworden ist.

Eisenach, im Juni 1885.

Der Verfasser.

Inhalt.

Erste Abtheilung.

Einleitung . . . . . p. 7
I. Plantae . . . . . „ 11
II. Spongiae . . . . . „ 21
III. Archaeocyathinae . . . . . „ 28
A. Allgemeines und Historisches . . . . . „ 28
B. Beobachtungen über schon früher bekannte Archaeocyathus-Arten „ 40
C. Sardinische Formen . . . . . „ 46

Einleitung.

Die geologische Untersuchung der älteren Schichtengebilde im südwestlichen Erzdistrikt der Insel Sardinien hat zur Entdeckung einer grösseren Anzahl von Versteinerungen geführt, durch welche ein grosser Theil des dortigen Gebirges als zur cambrischen Formation gehörig charakterisirt wird.

Obgleich die spezielle stratigraphische Gliederung und die Feststellung der Reihenfolge der einzelnen Schichtenzonen wegen der vielfach sehr verwickelten Lagerungsverhältnisse und der wohl auch zuweilen lokal verschiedenen Ausbildung mancher ihrer Glieder mit Schwierigkeiten verbunden und deshalb noch nicht abgeschlossen ist, so scheint doch aus dem bisherigen Studium der am besten aufgeschlossenen und am sorgfältigsten durchsuchten Schichtenfolgen von Canalgrande an der Westküste der Insel sicher hervorzugehen, dass dort die älteste, Versteinerungen führende Abtheilung aus einer Wechsellagerung von trilobitenreichen Thonschiefern, quarzitischen Sandsteinen mit Spongienresten und dunkelgefärbten Kalksteinen, meist von etwas krystallinischer, oft auch oolithischer Struktur gebildet wird.

Es folgt dann eine mächtige Kalksteinbank und dann wieder eine ausgedehnte Wechselfolge von Sandsteinen, Kalksteinen und Schiefern, unter denen sich besonders Lingulaschiefer auszeichnen, während in den Sandsteinen besonders Trilobitenreste und in den Kalksteinen vorherrschend Archaeocyathus- und Coscinocyathus-Formen vorkommen.

Die meisten dieser eigenthümlichen, korallenähnlichen Fossilien wurden in mächtigen Kalksteinbänken aufgefunden, welche mit anderen verschiedenartigen Schichten wechsellagernd auf den Höhen von Canalgrande und Monte sa Gloria, in mehreren Thaleinschnitten, Gutturu Sartu und Gutturu s'orgiu,

auf den Höhen von Cuccuru Contu und Genna Figu bei Iglesias auftreten. Ein merkwürdiges Vorkommen zeigt auch besonders der rothe Marmor von San Pietro bei Masua in Bezug auf die schöne Erhaltung der von ihm eingeschlossenen Fossilien.

Neben diesen Schichten und zweifellos derselben Zone angehörend finden sich grobschieferige Sandsteine, welche von den unter den Namen Cruziana und Bilobites bekannten Körpern erfüllt sind.

Während die in den unteren Zonen aufgefundenen Trilobiten sich in ihrem allgemeinen Charakter den Paradoxiden und Olenen anschliessen, — wenn auch meist specifisch und generisch von den bisher bekannten Formen abweichend — zeigt sich eine folgende Zone von Trilobiten erfüllt, welche durch ihren Illaenen ähnlichen Typus einen Uebergang zum Untersilur andeuten, obgleich in denselben Schichten auch noch Reste von Archaeocyathus und Theile von Trilobiten vorkommen, welche den in den tieferen Schichten liegenden Formen ähnlich sind.

Eine noch etwas weiter im Hangenden liegende Bank ist mit rundlichen Körpern erfüllt, welche gleich manchen sogenannten Oolithen ihre Entstehung pflanzlichen Organismen verdanken dürften.

Versteinerungsleere Folgen von Kalksteinschichten, theilweise gar nicht krystallinisch und von recht recentem Ansehen, schliessen sich an vielen Punkten an die vorgenannten Schichtenreihen so direct an, dass sie kaum davon zu trennen sind. Oft sind sie dünnschichtig, hellgrau und dunkel gebändert und mannichfaltig verdrückt und gefaltet.

Die Ueberlagerung der cambrischen Schichten durch die nächstfolgenden Silurgebilde ist selten zu beobachten und scheint stets discordant zu sein. Massige Kalksteine von zweifelhaftem, jedenfalls aber palaeozoischem Alter bedecken und verbergen fast überall die Grenzen zwischen den cambrischen und den ihnen in der Altersfolge zunächst stehenden silurischen Gebieten. Diese Kalksteinmassen, in Sardinien „Calcare metallifero“ genannt, sind durch spätere Zerklüftung, Kluft- und Höhlen-Ausfüllungen und die verschiedenartigsten Druckwirkungen und chemischen Veränderungen, welche sie erlitten haben, in ihrem Bestande meistens so alterirt, dass man im Zweifel bleibt, ob man sie als eine primäre Formation oder als eine sekundäre Breccie betrachten soll.

In den meisten Fällen wird man sie als oberes Glied der Silurformation ansprechen dürfen — ähnlich dem englischen „altered amorphous limestone“ von Nash Scar[1]) —, dafür spricht besonders das Profil des Berges von San Giovanni bei Iglesias, wo an der Basis der erzreichen Kalkformation noch schieferige Kalksteine liegen, in welchen Trilobiten und Crinoidenreste, wenn auch bis jetzt nur in Dünnschliffen nachgewiesen, vorkommen. Diese kalkigen Gebilde sind den mittelsilurischen Schiefern von Gonnesa unzweifelhaft aufgelagert.

Die Auffindung der in dieser Schrift speciell zu behandelnden cambrischen Versteinerungen von der Insel Sardinien hat in den letzten Jahren eine ganze Reihe kleinerer Mittheilungen und Abhandlungen zur Folge gehabt, auf welche im Nachstehenden oftmals verwiesen werden muss. Es folgt zu diesem Zweck hier das Verzeichniss dieser Publikationen nebst den im Text beim Citiren gebrauchten Abkürzungen.

Menegh., nuov. foss. sil. Meneghini, Nuovi fossili siluriani di Sardegna. R. Accademia dei Lincei. 7 marzo 1880.

Menegh., nuov. tril. Meneghini, Nuovi trilobiti di Sardegna. Atti della Società Toscana di Sc. Nat. 13 marzo 1881.

Menegh., ult. not. Meneghini, Ulteriori notizie sui trilobiti di Sardegna. Ibidem 8 marzo 1881.

Menegh., Fauna primord. Meneghini, Fauna primordiale in Sardegna. R. Accad. dei Lincei. 5 Giugno 1881.

Menegh., Posizione relat. Meneghini, Posizione relativa dei varii piani siluriani del Iglesiente in Sardegna. Atti Soc. Toscana. 3 luglio 1881.

Bornem., Classif. Bornemann, Sur la Classification des formations stratifiées anciennes de l'île de Sardaigne. Compte rendu du Congrès géologique international de Bologne. 1881. p. 221 ff.

Menegh., Fauna cambr. Meneghini, Fauna Cambriana in Sardegna. Atti Soc. Toscana. 2 luglio 1882.

Bornem., Geol. Zeitschr. 1883. Bornemann, Palaeontologisches aus dem cambrischen Gebiete von Canalgrande in Sardinien. Zeitschrift der Deutschen geolog. Gesellschaft. 1883.

[1]) cf. Murchison, Siluria 1854, p. 103.

Menegh., Cruziane. Meneghini, Le Cruziane o Bilobiti dei terreni Cambriani in Sardegna. Atti Soc. Toscana. 13 maggio 1883.

Menegh., Note alla F. cambr. Meneghini, Note alla fauna cambriane del Iglesiente. Atti Soc. Toscana. 11 novembre 1883.

Menegh., nuov. foss. cambr. Meneghini, Nuovi fossili cambriani di Sardegne. Atti Soc. Toscana. 2 marzo 1884.

Bornem., Geol. Zeitschr., April 1884. Bornemann, Ueber cambrische Fossilien von der Insel Sardinien. Vortrag in der Sitzung der Deutschen geologischen Gesellschaft am 2. April 1884.

Bornem., Geol. Zeitschr., Sept. 1884. Bornemann, Ueber Archaeocyathusformen und verwandte Organismen von der Insel Sardinien. Vortrag in der allgem. Sitzung der Deutschen geologischen Gesellschaft am 26. September 1884 in Hannover.

Menegh., Bilobiti. Meneghini, Bilobiti Cambriane di Sardegna. Atti Soc. Toscana. 22 marzo 1885.

Bornem., Geol. Zeitschr., Mai 1885. Bornemann, Ueber fossile Kalkalgen. Vortrag in der Sitzung der Deutschen geologischen Gesellschaft am 6. Mai 1885.

I. Plantae.

Algae.

Die in den cambrischen Schichten Sardiniens aufgefundenen fossilen Pflanzenreste sind sämmtlich zu den Algen zu stellen. Ihre Zahl beschränkt sich auf wenige Arten, welche theils als eigenthümliche Körperformen ohne Erhaltung organischer Struktur Schiefergesteine und Sandsteine erfüllen; theils sind es zarte, in Kalksteinschichten eingeschlossene Algenformen, deren Bau sich in mikroskopischen Dünnschliffen beobachten lässt.

Cruziana d'Orbigny.

Cruziana d'Orbigny (1842). Voyage d'Amérique mérid.
Bilobites Dekay (1823). Annals of the Lyceum of Nat. Hist. of New York, vol. I.
Rusophycus Hall (1852). Palaeont. of New York.

Ueber das Vorkommen der unter den obigen Namen bekannten Formen in Sardinien hat Herr Meneghini in den Sitzungsberichten der Società Toscana vom 13. Mai 1883 und 22. März 1885 ausführliche Untersuchungen mitgetheilt, auf die ich hier verweise.

Der Name Cruziana ist dem älteren, Bilobites, vorzuziehen, weil diese Benennung schon früher anderweitig (bei Brachiopoden) im Gebrauch war.

Die von Herrn Meneghini untersuchten Exemplare stammen aus der Umgegend von Iglesias, von den Höhen von Cuccuru Contu und Genna Figu, wo sie im oberen Theil der cambrischen Schichtenreihe zunächst den Archaeocyathuskalken mächtige Schichten von schieferigem Sandstein erfüllen.

Die Streitfrage über die Natur von Bilobites — ob Pflanzenreste oder Thierfährten, — ist von vielen Palaeontologen lebhaft discutirt worden. Die neueren Arbeiten von Lebesconte[1]) und de Saporta[2]) gestatten kaum noch

[1]) Anhang zu: Oeuvres posthumes de Marie Rouault, publiées par Lebesconte. 1883.
[2]) Saporta, Les organismes problématiques des anciennes mers. 1884.

Zweifel daran, dass die charakteristischen Hauptformen von Bilobites, welche in den cambrischen und untersilurischen Gebilden sehr verbreitet sind, als Reste von Pflanzen, und zwar von Algen betrachtet werden müssen.

Meneghini hat die von ihm beschriebenen sardinischen Formen unter dem Namen:

Bilobites sardoa Menegh. Bilobiti p. 188

zusammengefasst.

Ich habe zahlreiche Stücke in den mittleren und oberen cambrischen Schichten im Quarzsandstein oder Quarzit von Canalgrande, Punta Pintau, Gutturu sartu und in Schiefersandsteinen bei San Pietro di Masua, Genna Figu und Cuccuru Contu bei Iglesias gefunden, welche fast immer mehr oder weniger zusammengedrückte Stengel von gleich bleibender, $1^1/_2$ bis 4 cm betragender Breite und linsenförmigem Querschnitt darstellen. In einzelnen Exemplaren fehlt die eine (obere!) Seite und geht die Ausfüllungsmasse direct in das Nebengestein über. Die querstreifige innere Struktur ist dann nur theilweise an der erhaltenen (unteren) Seite zu erkennen. Die Körper sind meistens gebogen und erfüllen regellos durcheinander liegend namentlich gewisse gelbe Sandsteine und schmutziggraue Schiefersandsteine. Die Enden der gefundenen Stücke waren stets abgebrochen, und ich habe nie, auch nicht bei Stücken von mehreren Fuss Länge, eine regelmässige Endfläche oder sonst einen bestimmten Abschluss des Körpers gesehen.

Die Oberfläche ist häufig durch eine Rindenschicht bezeichnet, welche durch eine Anhäufung von Glimmerblättchen gebildet ist.

Die Mittellinie ist gewöhnlich schwach angedeutet, niemals so tief als bei *B. Goldfusii* Rouault (Lebesconte a. a. O. Tab. XXII. Fig. 12), auch sind die Sculpturstreifen niemals so schräge zur Längsaxe gestellt, als bei den von Lebesconte und de Saporta gegebenen Abbildungen.

Bei Exemplaren, welche der Länge nach aufgebrochen und verwittert sind, erscheinen die Körper aus convexen Querlamellen bestehend, welche zuweilen an Längsdurchschnitte von Orthoceratiten erinnern; es finden sich aber keine regelmässigen Zwischenräume und die Lamellen bestehen aus einem quer zur Längsaxe laufenden unregelmässigen Fasergerüste, dessen Zwischenräume von dunkeler durch Eisenoxyd oder Manganoxyd gefärbter Substanz

ausgefüllt sind. Die Sculptur ähnelt daher mehr derjenigen, welche Hall[1]) an seinem *Rusophycus bilobatus* und Linnarsson[2]) an seiner *Cruziana dispar* abbildet. Die sardinischen Formen sind aber langgestreckte Formen mit flacher oder ohne Längsfurche.

An einem mikroskopischen Dünnschliff, welcher parallel zur Längsrichtung geführt wurde, erscheint das Ganze als eine aus eckigen Körnern bestehende Sandsteinmasse, in welcher zahlreiche Glimmertheilchen zerstreut liegen; die lamellöse Struktur ist nur undeutlich durch das in dem Gemenge streifig vertheilte Eisenoxyd angedeutet.

(Nachträgliche Bemerkung.) Von vielen dieser merkwürdigen, in Bezug auf ihre systematische Stellung noch bestrittenen Formen hat neuerdings Delgado in seinem Werke: Etude sur les bilobites de la base du système silurique du Portugal, Lisbonne 1886, zahlreiche, vorzügliche Lichtdruckabbildungen und sorgfältige Beschreibungen gegeben. Er stellt sie ebenfalls zu den Algen.

Phytocalyx Bornemann.

Bornem., Geol. Zeitschr. 1883, p. 272.

Algen von trichter-, becher- oder napfförmiger Gestalt, deren Analoga bei den Fucoideen oder bei den Siphoneen gesucht werden können. Von lebenden Formen bieten *Dictyosphaeria*[3]), *Codium, Halosaccion* und *Encoelium* Gestalten, welche sich vergleichen lassen.

Von den palaeozoischen Algen, *Spirophyton,* welche man mit einer Floridee, der schraubenförmigen *Vidalia* oder *Dictyomenia volubilis* verglichen hat, und *Vexillum* unterscheidet sich *Phytocalyx* durch die einfachere nicht schraubenförmige Gestalt.

Ph. antiquus Bornem.

(Taf. 1. Fig. 1—8.)

Zeitschrift der Deutschen geolog. Ges. 1883. p. 272.

An den von der Meeresbrandung bespülten unteren Schichtflächen harter Sandsteinbänke in einer Grotte im Porto di Canalgrande, beobachtet

[1]) Hall, Palaeont. of New York II, p. 24. tab. 9. fig. 2.

[2]) Linnarsson, öfver Eophytonsandstenen, Kongl. Svenska Vetensk. Akad. Handl. Bd. 9. Nr. 7. tab. 3.

[3]) cf. *Dictyosphaeria favulosa* Decaisne bei Harvey, Nereïs boreali americana III. p. 50. tab. XLIV B; Kützing, Tab. phycol. VII. p. 10. tab. 25. fig. 1.

man zwischen den massenhaft zusammenliegenden wurmförmigen Körpern der *Palaeospongia prisca* Bornem. zahlreiche kegel- oder halbkugelförmige Körper von 2—3 cm Durchmesser theils in Reihen, theils einzeln stehend oder zu zwei gegen einander gedrückt. (Taf. 1. Fig. 1—4.) Dieselben stellen die Ausfüllungsmasse becherförmiger vegetabilischer Körper dar und sind gleich den fossilen Schwammkörpern durch das bewegte Wasser zierlich blossgelegt. Die Becher standen mit der Spitze nach unten, sind oft von oben her etwas niedergedrückt und am Rande zusammengezogen. Das Gestein der kegelförmigen Körper ist feinkörniger Sandstein mit thonigen und schieferigen Beimengungen.

Durchschneidet man ein Stück Sandstein, welches im Innern solche Kegel enthält, so erkennt man aus den schwarzen Durchschnittslinien (Taf. 1. Fig. 5—7), dass die Gestalten jener Körper nur durch sphärische, trichter- oder halbkugelförmige schwarze Flächen gebildet sind, welche ganz in Sandstein eingebettet und meist zu mehreren in einander stehen.

Obgleich von Struktur an diesen Körpern nichts mehr erhalten ist, so ist doch wegen der Gesammtheit der Erscheinungen, unter denen sie auftreten, mit Sicherheit anzunehmen, dass diese Gestalten Pflanzenabdrücke sind, welche ähnlich wie die schraubenförmigen *Spirophyton*-Arten [1]) und *Vexillum* [2]) aufrecht das Gestein durchsetzen. Sie scheinen trichterförmigen, becher- oder napfförmigen Algen zu entsprechen, welche gleichzeitig mit der *Palaeospongia* vegetirten und mit derselben von dem Sande eingeschlossen wurden, dessen Elemente sich in mikroskopischen Dünnschliffen des harten Quarzitgesteins deutlich wiedererkennen lassen.

Von einem der halbkugeligen Körper wurde ein Vertical-Dünnschliff durch die Mitte, ein anderer Schnitt quer durch den unteren Theil der Ausfüllungsmasse gemacht. Die Ausfüllungsmasse besteht zumeist aus feinen grauen Thonsilicatkügelchen, zum Theil mit schwacher Andeutung eines helleren Hofes oder helleren Kernes, aus eckigen durchsichtigen Quarzkörnchen und

[1]) cf. Hall, 16th annual report on the cabinet Nat. Hist. New York 1863. p. 76. tab. II. — Kayser, Spiroph. Eifliense i. Geol. Zeitschr. 1872. p. 696. tab. XXVIII.

[2]) Marie Rouault, oeuvres posthumes publiées par Lebesconte 1883. p. 47. tab. XVII. XVIII. Note sur le grès armoricain et Vexillum Desglandi Rou. Diese in grossen Massen das Gestein erfüllende Algenform wird zu den Ulvaceen gestellt.

langgestreckten Quarzkörperchen, welche Bruchstücken einaxiger Spongiennadeln sehr ähnlich sehen, glimmerartigen Mineraltheilen, dunklen, vielleicht kohligen Partikeln und besonders zahlreichen Körnchen und Kryställchen von Schwefelkies und anderen Schwefelmetallen.[1])

Diese Elementartheile der einen und der anderen Art drängen sich stellenweise mehr oder weniger zusammen, so dass bald die Masse nur aus runden Silicatkörperchen zu bestehen scheint, während an anderen Stellen die Quarzkörner vorwalten. Die Art und Weise der Anordnung der einzelnen Theilchen im centralen Verticalschnitt der Halbkugel deutet darauf hin, dass sich dieselben in einer napfförmigen Vertiefung absetzten. Die Pflanzenkörper und Schwämme mit ihren vielfach über einander folgenden Generationen wurden nach und nach von Sand- und Thontheilchen umlagert und eingeschlossen, welche die mächtige Schichtenfolge an der Grotte von Canalgrande allmählich aufgebaut haben. Die einzelnen Lagen, welche in regelmässiger Schichtung auf einander folgen, sind bald mehr schieferig oder quarzitisch oder sandsteinartig und wechsellagern mit kalkigen Schichten von dichtem oder etwas krystallinischem, oft auch oolithischem Gefüge.

Auf Sandstein- oder Quarzitplatten der unteren cambrischen Schichtenreihe, welche im Thal von Gutturu Sartu an mehreren Punkten zu Tage ausgehen, findet man ringförmige oder bogenförmige Erhabenheiten (Taf. 1. Fig. 8) von 2—3 cm Durchmesser, welche wahrscheinlich ähnlichen Pflanzenformen ihren Ursprung verdanken und als die Ränder kelchförmiger Algen zu betrachten sind, welche beim Absterben mit Schlamm überzogen in feinkörniger sandiger Umhüllung zur Ablagerung kamen, oder welche in ringförmigen Falten Sand einschlossen und in diesem Zustande von feinerem Material umgeben wurden.

[1]) Die Verbreitung der Schwefelmetalle, welche sich in den Dünnschliffen sehr gut bei auffallendem Sonnenlicht unterscheiden lassen, ist eine sehr allgemeine in den Gesteinen des cambrischen Gebietes von Canalgrande. Stellenweise nimmt sie bis zur Bildung wahrer Erze zu. Ihre Ablagerung dürfte vielfach auf Reductionserscheinungen durch kohlige und organische Stoffe zurückzuführen sein, welche früher in den Gesteinen verbreitet waren, und an deren Stelle sie getreten sind. Der feine Erzgehalt dieser Sedimentgesteine war sicherlich nicht seit ihrer Entstehung in denselben enthalten, ebensowenig wie der Bleiglanz in den Zellen gewisser devonischer Korallen, sondern er ist erst später durch chemische Einwirkungen in sie hineingeführt worden, welche mit der Entstehung der grossen Erzlagerstätten des cambrischen und silurischen Gebietes in Zusammenhang standen.

Confervites Brong.

„Frons filiformis, fila libera simplicia vel ramosa articulata s. continua entosperma."

Brong. Prodr. p. 211. Sternb. Verh. II. p. 19.
Unger, Gen. et Spec. Plant. foss. p. 1.

C. primordialis nov. spec.

(Taf. 2. Fig. 5 u. 6.)

Der rothe Marmor von San Pietro bei Masua ist stellenweise, besonders in weissen Streifen, welche das Gestein parallel der Schichtung durchziehen, ganz erfüllt von zarten Resten von Algen, deren fadenförmige gegabelte und büschelförmig gestellte Aeste sich im mikroskopischen Dünnschliff als opake weisse Zeichnungen von der theilweise krystallinisch durchscheinenden, theils durch Eisenoxyd röthlich gefärbten Grundmasse unterscheiden.

Die Gruppirung und die Dimensionen der Fäden und Aeste gleichen denen mancher Arten von *Cladophora* und *Aegagropila;* die unteren Glieder oder Zellen sind langgestreckt, die Endzellen dicker (bis zu 0,05 mm) und kürzer, länglich eiförmig.

Die Fäden und büschelförmigen Gruppen bilden mehr oder weniger parallele, leicht hin und her gebogene Züge im Gestein. Sie erscheinen deutlich in den parallel mit ihrer Hauptrichtung geführten Dünnschliffen, während in anderen Richtungen ausgeführte Präparate nur Gruppen von kleinen runden oder ovalen Durchschnittsflächen zur Ansicht bringen. Taf. 2. Fig. 5 zeigt die Photographie eines in der Hauptrichtung geführten Dünnschliffs bei viermaliger Vergrösserung. Die Lage der Fäden lässt sich daran mit Hülfe der Loupe deutlich erkennen. Taf. 2. Fig. 6 stellt einen Theil desselben Dünnschliffs bei stärkerer Vergrösserung photographisch dar.

Epiphyton nov. gen.

E. flabellatum nov. sp.

(Taf. 1. Fig. 9 u. 10.)

In einem Dünnschliff eines Kalkgesteins von Cuccuru Contu bei Iglesias sind an der quergeschnittenen Aussenwand eines Kelches von *Coscinocyathus Pandora* zarte Zellengruppen sichtbar geworden, welche eine fächerförmige Gestalt zeigen und im kleinen in ähnlicher Weise an einander gereiht oder

strahlig divergirend neben einander liegen, wie im grösseren Verhältniss die Glieder einer Halimeda. Die fächerförmigen Zellengruppen bestehen aus polyedrischen und keilförmigen Zellen und erinnern einigermaassen an die zierliche Struktur einer Anadyomene.

Obgleich nur als zarte Zeichnung in der etwas krystallinisch gewordenen Kalksteinsubstanz erhalten, darf diese zierliche Versteinerung doch mit grosser Wahrscheinlichkeit als eine Alge betrachtet werden, welche durch eigene Kalkabsonderung zur Conservirung ihrer Gestalt und mikroskopischen Struktur beigetragen hat. Ihrer Verwandtschaft nach dürfte sie zu den Siphoneen zu stellen sein, von denen mehrere jetzt lebende Gattungen sich durch feste Membranen und Kalkausscheidung auszeichnen.

Die Abbildungen Taf. 1. Fig. 9 u. 10 sind durch directe photographische Vergrösserung des Präparates gewonnen worden. Fig. 9 zeigt in vierfacher Vergrösserung einen Theil eines Kelches von *Coscinocyathus Pandora* im Durchschnitt mit seinen gegen die Aussenwand hin keilförmig verdickten Zwischenwänden. Ausserhalb sind an dieser Aussenwand die zarten Stämmchen der Alge angewachsen. Fig. 10 stellt in zwanzigfacher Vergrösserung einen Theil des Algenkörpers dar.

Siphonema nov. gen.

Incrustirende Kalkalgen, welche ähnlich wie die Nulliporen kugelige Körper bilden und fremde Körper einschliessen.

Bei schwacher Vergrösserung zeigen die Dünnschliffe unregelmässige concentrische Schichtung von verschiedener Dichtigkeit mit dazwischen liegenden kleinen Lücken oder Poren.

Kleine Körper dieser Art, welche eine harte Gesteinsbank im oberen Theile der cambrischen Schichtenreihe im Thal von Gutturu Sartu bei Canalgrande erfüllen, wurden zuerst mit *Stromatopora* verglichen. Eine genauere mikroskopische Untersuchung zeigte, dass sie mit Stromatoporen nicht verwandt sind, gab aber wegen der etwas krystallinischen Gesteinsbeschaffenheit keinen Anhalt für eine genauere Bestimmung.

Es finden sich aber in baltischen Silurgeschieben von mehr kalkiger Beschaffenheit durchaus ähnliche Körper, deren Untersuchung im Dünnschliff bestimmt ihre pflanzliche Natur erkennen liess. Ihre aus schlauchförmigen

gekrümmten Zellenfäden bestehenden Schichten charakterisiren sie als zu den Phycochromaceen, und zwar zur Familie der Scytonemaceae gehörig.

Die Beschreibung der baltischen Art mag unter dem Namen *S. incrustans* hier eingeschalten werden.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch noch manche andere bisher als Oolithe bezeichnete Dinge aus verschiedenen Formationen sich in ähnlicher Weise verhalten dürften. So zeigen die von Steinmann[1]) beschriebenen sogenannten Puppen oder Mumien des jurassischen Hauptrogensteins eine eigenthümliche Struktur, welche ihn veranlassten, diese Gebilde mit Pharetronen zu vergleichen. Nach der gegebenen Beschreibung und Skizze scheinen sie indessen aus einem Netzwerk zarter Schläuche zu bestehen, welche eher auf Algen hinweisen dürften.

S. incrustans nov. sp.

Taf. 2. Fig. 1 u. 2.

Kugelige, ellipsoidische oder unregelmässig sphaeroidische Körper von 5—20 mm Durchmesser, aus feinen Kalklagen bestehend, welche sich concentrisch um fremde Körper, Fragmente von Muschelschalen, Crinoiden, Korallen etc. herumgelagert haben. Taf. 2. Fig. 1 zeigt in photographischer Darstellung bei vierfacher Vergrösserung einen Dünnschliff mit einer Anzahl solcher Körper.

Bei starker Vergrösserung erkennt man, dass die Schichten aus einem Gewebe schlauchförmiger gekrümmter einfacher Fäden bestehen, welche ziemlich constant eine Dicke von 0,015 bis 0,02 mm besitzen. Der innere Raum der Schläuche hat einen Durchmesser, welcher der Wandstärke ungefähr gleich ist. (Taf. 2. Fig. 2. Photogramm bei hundertfacher Vergrösserung.)

Die Ansicht dieser Fäden gleicht in Bezug auf Gestalt, Anordnung und Dimensionen der Abbildung von *Diplocolon Heppii* Naeg.[2]), einer an Kalkfelsen der Schweiz wachsenden Alge aus der Familie der Scytonemaceae. Da sowohl bei den lebenden Arten dieser Familie (*Drilosiphon Julianus* Ktz. u. a.) als in verwandten Familien der Phycochromaceen mehrfach kalk-

[1]) N. Jahrb. f. Mineralogie, 1880. I. p. 151.

[2]) Itzigsohn, Phycol. Studien. Nova Acta d. Ksl. Leop.-Carol. Akad. 1857. Bd. XXVI. p. 162. tab. XI. — Rabenhorst, Flora Europaea Algarum. (1865.) II. p. 22. p. 246.

ausscheidende Algen bekannt sind, von denen manche sogar harte Steinkrusten bilden (*Zonotrichia calcarea!*), so erscheint die Deutung der *S. incrustans* als zu dieser Pflanzengruppe gehörig ganz naturgemäss.

S. incrustans findet sich in einem gelbgrauen Kalkstein der baltischen Silurformation. Ein Geröllstück, welches ich im Jahre 1851 im Diluvium bei Almenhausen in Ostpreussen fand, enthält neben den phytogenen Kalkconcretionen auch andere Versteinerungen: *Beyrichia, Rhynchonella nucula (?), Syringopora* und Crinoidenreste, welche das Gestein als aus einer höheren Zone der Silurformation herrührend bezeichnen.

Ferdinand Roemer[1]) beschreibt von Eide auf Gottland einen „Oolith, welcher auf das Entschiedenste an grobkörnige Oolithe der Juraformation erinnert", und norddeutsche Diluvialgerölle[2]) oolithischen Kalksteins, welche auf die Gottländer Oolithzone bezogen werden.

Ein solches Oolithstück aus dem Diluvium von Danzig, welches mir Ferd. Roemer neuerdings mittheilte, zeigte bei der mikroskopischen Untersuchung eine mit dem oben beschriebenen Stücke von Almenhausen identische Struktur der von *S. incrustans* gebildeten Oolithkörner.

S. (?) **arenaceum** nov. sp.

(Taf. 2. Fig. 3.)

„Rundliche Körper mit undeutlicher Stromatoporenstruktur". Bornem., Geol. Zeitschr. 1883. p. 274.

Kugelige, ellipsoidische oder unregelmässig abgerundete Körper von 2—10 mm Durchmesser, aus feinen Kalkschichten bestehend, welche concentrisch mit sehr ungleichmässiger Dicke um fremde Körper gelagert sind.

Diese in ihrer Erscheinungsweise den vorigen sehr ähnlichen Körper finden sich in einem harten braungefärbten Gestein im Thale von Gutturu Sartu.

In mikroskopischen Dünnschliffen (Taf. 2. Fig. 3) erscheint die Hauptmasse des Gesteins als ein Haufwerk abgerundeter kleiner Sandsteinkörner, aus eckigen von eisenschüssigem Bindemittel verkitteten Quarzfragmenten bestehend. Diese Sandsteinkörner sind abgerundet und durch ein durch-

[1]) Bericht von einer geol. Reise nach Schweden. N. Jahrb. f. Mineralogie 1856. p. 797.

[2]) Geolog. Zeitschrift. 1862. p. 607.

scheinendes, aus Kieselerde und Kalk bestehendes Bindemittel vereinigt. In diesem aus anorganischen Theilen bestehenden Gemenge sind jene grösseren kalkigen Körper eingebettet, bald mehr, bald minder zahlreich zusammengehäuft. Ihre Mitte ist in der Regel von einem Sandsteinkorn eingenommen.

Die Mikrostruktur ihrer Kalkschichten ist durch die krystallinische Umbildung der Substanz unkenntlich geworden; nur stellenweise lassen sich undeutliche Spuren von Fasern und kleine kreisförmige Lumina an Querschnitten derselben wahrnehmen. Die grosse allgemeine Aehnlichkeit mit *S. incrustans* legt aber die Annahme nahe, dass die ursprüngliche Struktur von *S. arenaceum* der bei jener Art beobachteten analog war, aber durch die mineralische Umbildung zerstört wurde.

Um die Verschiedenheit des Verhaltens der als *Siphonema* bezeichneten phytogenen Concretionen von echten Oolithen zu veranschaulichen, ist auf Taf. 2. Fig. 4 der zwanzigmal vergrösserte Dünnschliff eines Oolithgesteins aus der cambrischen Schichtenreihe von Punta Pintau bei Canalgrande dargestellt. Die mehrfach in einander geschachtelten regelmässigen Schalen mit radialfaseriger Struktur liegen dort in körnigem Kalkstein eingebettet.

Dieser meistens dunkelgrau gefärbte Oolith ist wegen seines charakteristischen Aussehens für die stratigraphische Orientirung im cambrischen Gebiete Sardiniens von besonderer Wichtigkeit.

II. Spongiae.

Palaeospongia Bornemann.

Bornem., Geol. Zeitschr. 1883. p. 272.

Syn. *Palaeophycus* sp. sp. autorum.

Viele der bisher als Algen beschriebenen mehr oder weniger cylindrischen Körper aus palaeozoischen Formationen sind, wie sich aus der hier dargelegten Untersuchung analoger Formen aus den cambrischen Schichten von Canalgrande ergiebt, als Reste von Spongien zu betrachten, und zwar von solchen mit einaxigen Kieselnadeln, welche von Zittel als *Monactinellidae* bezeichnet werden.

Sie befassen ein Skelett von Hornfasern mit eingeschlossenen Kieselnadeln oder frei in der Sarkodine liegenden Nadeln.

Als Beispiel der analogen Struktur lebender Spongien wurde auf Taf. 4. Fig. A das photographische Bild (in hundertfacher Vergrösserung) eines Präparates von einer lebenden Axinella[1]) gegeben, deren Gerüste aus Hornfasern mit einfachen gekrümmten Kieselnadeln besteht.

---

[1]) Diese Axinella findet sich häufig an der Westküste der Insel Sardinien in den Korallendistricten bei Carloforte und stimmt sehr wohl mit der Beschreibung überein, welche Osc. Schmidt (Spongien des Adriat. Meeres, p. 62) von seiner Axinella polypodioides giebt, nur sind die Ausströmungslöcher nicht so regelmässig sternförmig gruppirt, wie Schmidts Zeichnung (ib. Taf. VI, Fig. 4) angiebt. Die Exemplare von Carloforte sind theils einfach, theils ästig oder strauchförmig bis zu $^1/_2$ Meter Höhe. Die Gestalt mancher Aeste ähnelt auch derjenigen von neapolitanischen Exemplaren von Axinella foveolaris O. Schmidt, welche sich in der zoologischen Sammlung zu Berlin befinden.

P. prisca Bornemann.
(Taf. 1. Fig. 1, Taf. 3. Fig. 1—3, Taf. 4. Fig. 1—3).
Bornem., Geol. Zeitschr. 1883, p. 272.

Cylindrische oder im Querschnitt ovale Stämme, meist gebogen und mannichfaltig verschlungen, zuweilen mit Aesten und anastomosirend, von 1 bis 5 mm Dicke.

Sehr schöne Exemplare fand ich an der hangenden Wand einer Grotte im Meeresniveau links vom Landungsplatz von Canalgrande, wo durch die continuirliche Arbeit der bewegten Wellen die Unterseite der Schieferbänke so vollkommen angeätzt war, dass die Schwammkörper in schönstem Hautrelief auf der Gesteinsfläche frei präparirt sind. Taf. 3. Fig. 1—3.

Die vielfach verschlungenen, oft sehr zarten wurmförmigen Körper gehen zuweilen in Biegungen über einander hinweg, ohne einander zu berühren, oder sie liegen auf und unter einander und sind durch eigenen ursprünglichen Druck etwas in einander gepresst; stets aber ist ihr cylindrischer oder etwas elliptischer Querschnitt erhalten.

Die oft vorkommende Abzweigung von Aesten oder ihrer Wiedervereinigung gleicht eben diesen Erscheinungen bei lebenden Spongienarten.

Die Oberfläche der angewitterten Stämme von P. prisca ist in der Regel rauh durch hervorragende Kieseltheile; an einzelnen Exemplaren sieht man auch Spuren einer netzartigen Struktur mit länglichen, in der Richtung der Aeste geordneten Gruben (Taf. 1. Fig. 1).

Das Gestein, in welchem die Schwammkörper liegen, ist ein hartes Schiefergestein von fein pelitischem Gefüge und — soweit es durch die Bespülung mit Meerwasser vor Oxydation der in ihm befindlichen Eisenkiestheilchen bewahrt geblieben ist — von dunkelgrauer Farbe; oder von braunrother Farbe, wo es der oxydirenden Wirkung der Luft ausgesetzt ist. In diesem Schiefer sind die zum grössten Theil aus eckigen Sandkörnern bestehenden Körper der P. prisca eingeschlossen.

Der Sand ist meist durchsichtiger Quarz, dazwischen liegen zerstreute oder zu Gruppen vereinigte Kieselnadeln und kleine Eisenkiestheilchen. An vielen der von diesen Vorkommnissen angefertigten Dünnschliffen ist es schwer, den Charakter der Schwammstruktur zu erkennen, weil die Nadeln meist quergeschnitten und nur als kleine Bruchstücke erscheinen. Man darf auch

nicht erwarten, in Dünnschliffen der im starren Gestein eingeschlossenen Schwammkörper ebensoviel Nadeln in flacher Lage zu sehen, als in Präparaten lebender Schwämme, deren elastische Hornfasern jedem Druck leicht nachgeben. Es gelang indessen, nach Anfertigung zahlreicher Präparate des harten Gesteins, schliesslich auch solche zu gewinnen, welche die wohlerhaltene Spongienstruktur zur Anschauung bringen.

Zahlreiche deutliche Kieselnadeln liegen hier in ziemlich regelmässigen Zügen und mehr oder weniger paralleler Anordnung beisammen. Zwischen und neben den Nadeln bemerkt man dunkle grau und schwarze Linien, zum Theil in maschenartiger Verbindung und solcher Anordnung, dass sie die Reste eines Hornfasergewebes darzustellen scheinen, welches wahrscheinlich die Hauptsubstanz der Schwammkörper bildete und mit welchem die Kieselnadeln in Verbindung standen. Taf. 4. Fig. 1 zeigt das Photogramm eines solchen Dünnschliffs bei dreissigmaliger, Taf. 4. Fig. 2 und 3 solche bei hundertfacher Vergrösserung.

Die Kieselnadeln sind einaxig, von schlanker, meist etwas gekrümmter Gestalt, und zuweilen mit deutlichem Centralcanal versehen. Ihre Länge beträgt bis zu 0,3 mm, die Dicke ziemlich gleichförmig 0,01 mm.

Da auch farblose, glimmerartige Mineraltheilchen, welche ebenfalls in dem Gestein zerstreut vorkommen, in ihren Querschnitten ähnliche Erscheinungen, namentlich auch fast übereinstimmendes optisches Verhalten darbieten, so war zu untersuchen, ob alle diese langgestreckten oder nadelförmigen Gestalten nicht etwa als Querschnitte von Glimmertheilchen zu deuten seien. Es wurden deshalb Dünnschliffe in verschiedenen Richtungen durch denselben Körper gefertigt, von welchem die auf Taf. 4 gegebenen Abbildungen genommen waren, namentlich in einer um 90 Grad zur Ebene derselben gedrehten, aber der Längsrichtung parallelen Lage und ein anderer senkrecht zu beiden Ebenen. Das Resultat war aber, dass der in dem Gestein eingeschlossene gebogene Schwammkörper vorwaltend langgestreckte nadelartige Dinge erkennen liess, welche meist in der Längsrichtung geordnet, und zwar weniger in der Nähe der Axe des Körpers, als in der Nähe seiner äusseren Begrenzung liegen. Durch Behandlung einiger Dünnschliffe mit Salzsäure wurde festgestellt, dass kohlensaurer Kalk in nicht unbedeutender Menge in dem Gestein enthalten ist, ohne dass seine Hinwegnahme ein Zerfallen des

zarten Dünnschliffs zur Folge hätte. Auch Eisenoxyd wurde aufgelöst und der Dünnschliff dadurch erheblich entfärbt. Merkwürdig sind auch Stücke von Trilobitenschalen, welche neben den Schwammkörpern in dem Gestein zerstreut liegen, aus Kalk bestehen und eine sehr vollkommene Strukturerhaltung beobachten lassen.

Dass die Mineralsubstanz, aus welcher die Nadeln bestehen, nicht amorphe Kieselerde sein könne, wie bei recenten Spongien, lässt sich a priori annehmen, da schon bei den meisten Spongiennadeln aus jüngeren Formationen die amorphe Kieselerde krystallinisch geworden und in Quarz oder andere Mineralsubstanzen umgewandelt ist. In Feuersteinen der Kreide findet man die Nadeln zuweilen nur als braune Eisenoxydlinien angedeutet, in Phosphoriten erscheinen sie in grünen Glaukonit umgewandelt.

Die Mineralien treten in der Natur in mannichfaltigster Weise an die Stelle der organischen Körper. Die Steinkohlenpflanzen von Petitcœur bestehen aus silberglänzendem, schuppigem Thonsilicat (Gümbelit), und doch bestimmen wir ihre Species nach der erkennbar erhaltenen Form ihrer ursprünglichen Erscheinung.

Bei Palaeospongia sehen wir die Analogie der äusseren Gestalt mit lebenden Schwämmen, und auch der Dünnschliff bietet ähnliche Bilder, wenn auch die nadelförmigen Elemente nicht mehr amorphe Kieselerde und an Stelle der weichen Theile nur undeutliche, von Schwefelkies und Eisenoxyd angedeutete Linien zu erkennen sind.

Dass diese Schwammkörper, welche in ihrer Gestalt manchen bisher als Algen beschriebenen palaeozoischen Formen durchaus ähnlich sind, keine Pflanzenreste sind, geht auch aus verschiedenen anderen Betrachtungen zweifellos hervor. Wären es Algen, so würde die vegetabilische Substanz verkohlt, zusammengesunken und plattgedrückt sein, oder wenn sie durch eindringende Kieselsubstanz erhärtet sein sollten, so könnte diese nicht, wie hier der Fall, als klastische Sandmasse vorhanden sein, sondern sie müsste opalartig erscheinen. Wären es endlich starre Kalkalgen gewesen, so würde ihre Masse ebenfalls nicht durch eckige Quarzsandkörner inmitten des Schiefers haben ersetzt werden können, ohne die äussere Gestalt zu ändern.

Die Erscheinungsweise der Palaeospongia prisca erklärt sich einfach und naturgemäss durch die Annahme, dass es Hornschwämme gewesen sind,

welche aus Hornfasern mit eingestreuten Kieselnadeln bestanden haben. Solche Körper haben ziemlich widerstandsfähige Fasern und besitzen die Eigenschaft, Sand in ihr elastisches Gewebe aufzunehmen und darin zurückzuhalten, während die feineren Thontheilchen durch die Bewegung des Wassers leicht hinausgespült werden und sich um die Schwammkörper herum absetzen.

Wie man gegenwärtig an sandigen Küsten Hornschwämme mit Sand erfüllt findet, so haben ohne Zweifel ganz ähnliche Verhältnisse auch in der cambrischen Periode stattgefunden, und das Studium der Mikrostruktur der Schiefer von Canalgrande offenbart uns deutlich das Resultat des damaligen Vorganges.

Bei der Zersetzung der Hornfasern bleiben meist nur die Kieselnadeln im Sande zerstreut liegend übrig und stellen widerstandsfähige Körper dar, deren Bruchstücke oftmals sogar nach Zertrümmerung ihrer ersten Lagerstätte fortgeführt und anderswo in jüngeren Ablagerungen eingeschlossen worden sind.

Wie hier in den cambrischen Schichten, haben mikroskopische Untersuchungen von Gesteinen vieler neueren Sedimentformationen schon seit lange zahlreiches Vorkommen von Kieselnadeln nachgewiesen, welche ebenso auf das frühere Vorhandensein von Spongien, namentlich Monactinelliden hinweisen.

Palaeospongia prisca ist sehr verbreitet in den unteren Schichten von Canalgrande, in dichten Massen zusammengehäuft in der Schichtenreihe am Hafen, wo sie mit *Phytocalyx antiquus* zusammenliegt. Die von ihr erfüllten Bänke wechseln mit trilobitenführenden Schiefern ab.

Die in etwas höherem Niveau liegenden Lingulaschiefer enthalten auf ihren Schicht- und Spaltungsflächen zahlreiche gebogene und verschlungene Streifen, welche auch vielleicht von zusammengedrückten Palaeospongien herzuleiten sein dürften, denen sie in den Umrissen ähnlich sehen.

Kleine Bruchstücke harten Quarzsandsteins, dessen Mikrostruktur mit der des Palaeospongiagesteins von Canalgrande übereinstimmt, finden sich auch in secundärer Lagerstätte in einem Conglomerat des mittelsilurischen Gebietes von Fluminimaggiore, welches dort an der Basis der versteinerungsreichen Orthisschiefer auftritt.

Ein Sandsteinstück mit Reliefformen, welche der sardinischen *Palaeospongia prisca* nahe stehen, aber kleiner sind, ist mir aus dem mecklenburgischen Diluvium zugekommen.

Eine ganz auffallende Aehnlichkeit mit *Palaeospongia prisca* zeigen die Abbildung und Beschreibung, welche Billings von seinem *Palaeophycus Beverleyensis* giebt, (*Palaeozoic fossils*, Vol. I. p. 97, Fig. 86.) nur dass Billings keine Verzweigungen und Anastomosen beobachtete. *P. Beverleyensis* kommt im amerikanischen Potsdamsandstein mit *Lingula acuminata* vor, also in einer gleichalterigen cambrischen Formation.

Die von Billings l. c. ausgesprochene Meinung, wonach diese Organismen lange, weiche Seepflanzen gewesen sein sollen, welche durch irgend eine Ursache in verwickelten Massen auf die Schichtflächen geworfen und dann versteinert wären, ist nicht zutreffend; denn es ist nicht möglich, anzunehmen, dass diese verwickelten, aus cylindrischen Fäden bestehenden Haufwerke ihre Gestalt hätten behalten können, wenn sie aus weichen Algen bestanden hätten. Die Körper liegen aber nicht allein auf den Schichtflächen — welche ja zur Zeit der Bildung jener Schichten auch nicht harte Massen, sondern weicher Thonschlamm waren — sondern sie sind nach vielen Richtungen im Gestein verbreitet, zu dessen Schichtenaufbau sie selbst mit beigetragen haben.

Von derselben Natur, wie *Palaeophycus Beverleyensis* scheint auch *P. congregatus* Billings aus den Potsdamschichten von Vermont, den er (*Palaeozoic fossils* p. 3) als cylindrische Stämme von 1—4 Linien Durchmesser beschreibt, welche oft in solcher Menge zusammengehäuft sind, dass sie die Oberfläche des Gesteins ganz bedecken. Sie liegen in jeder Richtung neben einander und erscheinen so durch einander verschlungen, dass, wo sie sehr dicht liegen, derselbe Stamm selten weiter, als einen Zoll verfolgt werden kann.

Wenn es einmal als sicher anzunehmen ist, dass die vorstehend besprochenen Arten keine Algen, sondern Schwämme waren, so liegt die Vermuthung nahe, dass auch viele andere Dinge, welche bis jetzt noch unter dem Gattungsnamen *Palaeophycus* aufgeführt zu werden pflegen, in Bezug auf ihre systematische Stellung zweifelhaft werden und auf Schwammstruktur genauer zu untersuchen sein dürften.

Solche Arten sind *P. funiculus, P. obscurus, P. Beauharnoisensis* Billings, *P. rugosus, P. tubularis, P. irregularis* Hall u. a. m.

Goeppert beschrieb in seiner Flora des Uebergangsgebirges (1859), p. 15, Tab. 34, Fig. 8 unter dem Namen *Caulerpites cactoides* ein Fossil, welches sich im schwarzen Alaunschiefer von Bornholm und Andrarum mit *Olenus* und *Battus* findet. Die Zeichnung dieser angeblichen Algen bietet einige Aehnlichkeit mit den gelbstreifigen gebogenen Zeichnungen dar, welche in den Schiefern mit Lingula bei Canalgrande sehr häufig vorkommen und bereits oben erwähnt wurden.

III. Archaeocyathinae.

Bornem., Geol. Zeitschr. Sept. 1884, p. 706.

A. Allgemeines und Historisches.

Der Formenkreis dieser Gruppe, welche als besondere Abtheilung oder Klasse der Coelenteraten zu betrachten und im zoologischen System neben Spongien, Anthozoen und Polypomedusen zu stellen ist, gehört den ältesten palaeozoischen Formationen an.

Die Gattung *Archaeocyathus* wurde im Jahre 1861 von Billings[1]) aufgestellt und den Protozoen eingereiht.

„Im Kalkstein von Anse au Loup", sagt er, „finden sich zahlreiche Versteinerungen, welche wegen ihrer radialen Struktur den Anblick wahrer Korallen darbieten, aber in Dünnschliffen die poröse Organisation von Schwämmen zu haben scheinen; es bliebe daher eine offene Frage, zu welcher Abtheilung man sie stellen solle."

Später, im Jahre 1864, habe er, indem er ein verkieseltes Exemplar von *A. Minganensis* mit Säure behandelte, zahlreiche *„siliceous spicula"* darin gefunden, und classificirt deshalb *Archaeocyathus* als eine besondere Abtheilung der fossilen Spongien.

In der Beschreibung der von ihm aufgestellten drei Arten von *Archaeocyathus (A. profundus, A. Minganensis, A. Atlanticus)* giebt Billings an, dass das kreisel- oder trichterförmige Gehäuse aus einer Aussenwand und einer porösen Innenwand bestehe, zwischen welchen sich zahlreiche radiale

[1]) Geology of Canada, Palaeozoic fossils, vol. I, p. 354.

Scheidewände befänden. Die Interseptalräume seien mit „porösem oder zelligem Gewebe“ angefüllt, die radialen Wände haben bei *A. profundus* enge Poren. Bei *A. Atlanticus* sei die radiale Struktur weniger deutlich, sie könne aber an Dünnschliffen beobachtet werden. Dagegen hätten die beiden anderen Arten sehr vollkommene Radialstruktur, und sei es desshalb vielleicht nöthig, die Formen in zwei verschiedene Gattungen zu vertheilen; indessen fänden sich zahlreiche Fragmente, welche Uebergänge zwischen den zweierlei Formen darzustellen schienen.

Aus diesem Grunde wurden die verschiedenen Arten unter einem Gattungsnamen vereinigt.

Die äussere Aehnlichkeit der Formen mit *Petraia, Cyathophyllum* und *Zaphrentis* hebt Billings besonders hervor.

Später (l. c. p. 354) vervollständigte er seine Angaben und führte an, dass bei zwei seiner Arten (*A. profundus* und *A. Minganensis)* die Aussenwand feine, regelmässige Poren habe, während bei *A. Atlanticus* die Aussenwand dicht und glatt sei oder nur wenige Poren habe.

Die frühere Angabe von „porösem oder zelligem Gewebe, welches die Interseptalräume erfülle“, wird dahin ergänzt, dass die Kammern zuweilen durch dünne Scheidewände, ähnlich wie bei *Cyathophyllum* in Zellen getheilt seien. Dieselben seien aber sehr unregelmässig vertheilt, häufig ganz fehlend, an manchen Stellen aber so zusammengedrängt, dass sie ein poröses oder zelliges Gewebe darstellten. Die Basis der Kelche unterhalb des inneren Hohlraumes bis zum unteren spitzen Ende sei innerhalb der Aussenwand ganz von radialen Septen und Scheidewänden zusammengesetzt. Die Septa vermehren sich durch Einschaltung an der Innenseite der Aussenwand mit der Zunahme des Durchmessers, Septa und Scheidewände seien nahe an der Basis unregelmässig und die Zellen erschienen oftmals als runde Poren.

In Bezug auf die aufgefundenen „Spicula“ äussert Billings zuletzt seine Meinung dahin, dass die geraden Formen vielleicht von einer in denselben Schichten vorkommenden Spongia (?) der von ihm nur ungenügend beschriebenen *Trichospongia sericea Bill.**) herrühren möchten, während die ästigen Formen jedenfalls zu dem *Archaeocyathus Minganensis* gehörten.

---

*) ibid. p. 357.

Die zoologische Stellung der Gattung im System blieb ihm zweifelhaft. Bei der Annahme, dass es Schwämme seien, würden die Poren der Aussenwand als „Einströmungsöffnungen, die der Innenwand als Ausströmungsöffnungen, der grosse Hohlraum in der Mitte als Cloake zu betrachten sein."

Radialstruktur und mehr oder weniger vollkommene Septen würden der Annahme auch nicht im Wege stehen, da sie bei zweifellosen Spongien vorkommen, indessen sei die Substanz der Scheidewände hier ebenso compact als wie bei wahren Korallen, und die poröse Aussenwand und ebenso die porösen Scheidewände legten einen Vergleich mit Korallen aus der Abtheilung der *Zoantharia perforata,* besonders mit *Favosites* nahe.

Seine Meinung sei, dass die drei Arten eng mit der Gattung *Calathium* und *Eospongia* Billings verwandt sein und eine vermittelnde Stellung zwischen Protozoen und Coelenteraten einnehmen möchten.

Dawson[1]) ist bei der Untersuchung von Dünnschliffen zu der Ansicht gekommen, dass *Archaeocyathus* zu den Foraminiferen zu rechnen sei. Das von ihm benannte und mit Vorliebe behandelte Eozoon, welches er für organisch hält, bildete den Hauptgegenstand seiner Betrachtungen und Vergleiche. Die Organisation des *Archaeocyathus* beschreibt er in folgender Weise:

„Umgekehrte Kegel von 1—2 Zoll bis zu 1 Fuss Länge stehen mit ihrem unteren Ende im Schlamm des Meergrundes. Ihr unterer, in den Boden eingesenkter Theil besteht aus unregelmässig zusammengehäuftem Netzwerk von dicken Kalklamellen, welche Kammern bilden, die unter einander in Verbindung stehen."

„Oben, wo sich der Kelch ausbreitet, bestehen seine Wände aus je einer dünnen inneren und äusseren Platte, welche von zahllosen Löchern durchbohrt und mit einander durch verticale Lamellen verbunden sind. Diese sind ebenfalls durchbohrt, und somit Verbindungen zwischen den radialen Kammern vorhanden, in welche der Körper getheilt ist."

Bei diesem Körperbau sollen die Kammern des Kelches und ebenso die unregelmässigen Zellen der Basis mit gelatinöser animalischer Materie angefüllt gewesen sein, deren Pseudopodien durch die zahllosen Poren der

[1]) Can. Nat. and Geol., April 1865. — Life's Dawn on Earth, London 1875, p. 151.

inneren und äusseren Wand hervortraten. „In den älteren Theilen des Skeletts ist die Struktur noch mehr complicirt durch die Bildung dünner Querlamellen, welche unregelmässig vertheilt sind, und zur grösseren Festigkeit sind manche Wände durch Anlagerung einer kalkigen Verdickungsschicht verstärkt."

Ford beschrieb unter den Namen *Archaeocyathellus rensselaericus*[1]) und *Protocyathus rarus*[2]) zwei vereinzelte Versteinerungen aus dem nordamerikanischen Potsdamsandstein, welche mit *Archaeocyathus* verwandt zu sein scheinen, aber so unvollständig bekannt sind, dass sich weitere Schlüsse nicht darauf begründen lassen. Beide Fossilien sind conisch röhrenförmig mit einer inneren und einer äusseren Wand, deren Zwischenräume durch Radialsepta in Fächer getheilt sind.

Poren wurden nur an der äusseren Wand beobachtet, und werden von *Archaeocyathellus* je zwei Reihen alternirender Poren, bei *Protocyathus* je eine Porenreihe einem jeden Fach, resp. jedem Radialseptum entsprechend angegeben.

Ein sehr schönes Exemplar von *Archaeocyathus* wurde bei Cazalla in der Provinz Sevilla von J. Macpherson[3]) aufgefunden und von Ferd. Roemer[4]) unter dem Namen *Archaeocyathus Marianus* beschrieben und abgebildet.

F. Roemer versetzt *Archaeocyathus* in die von ihm aufgestellte Familie der Receptaculitiden, in welcher eigenthümlich organisirte, innen hohle Körper von scheibenförmiger, sphaeroidischer oder subcylindrischer Gestalt zusammengefasst werden, welche auf der Oberfläche eine regelmässige Eintheilung in vierseitige oder sechsseitige Felder zeigen und im Innern mit einem eigenthümlichen Kanalsystem versehen sind.

„Man hat" — sagt Roemer — „die Hauptgattung *Receptaculites* mit gewissen Gattungen der Foraminiferen verglichen, und obgleich diese Vergleiche

---

[1]) Americ. Journ. of Sc. and Arts 1873, 3d Ser., vol. 6, p. 211.

[2]) Ibid. 1878, 3d Ser., vol. 15, p. 124.

[3]) Sobre la existencia de la Fauna primordial en la provincia de Sevilla. Anal. de la Soc. Esp. de Hist. nat. VII, 1878, p. 281—284.

[4]) Zeitschr. d. Deutschen geolog. Ges. XXX. 1878, p. 369.
Lethaea palaeozoica, p. 301, fig. 55.

genügender Begründung entbehren, so mögen diese Körper vorläufig immerhin zu den Foraminiferen gestellt werden. Der Umstand, dass alle hier zu den Receptaculitiden gerechneten Körper ausschliesslich palaeozoisch sind und aus jüngeren Formationen nichts Aehnliches bekannt ist, lässt mit Bestimmtheit vermuthen, dass sie von allen Geschöpfen der Jetztwelt in ihrer Organisation weit abstehen."

Zu den Receptaculitiden stellt Roemer die Gattungen *Ischadites, Cyclocrinus, Pasceolus, Tetragonis, Polygonosphaerites* und *Archaeocyathus.*

Die von Defrance begründete Gattung *Receptaculites* hat in Bezug auf ihre systematische Stellung sehr verschiedene Deutungen erfahren. Defrance rechnete sie zu den Polypen, Salter[1]) zu den Foraminiferen in die Nähe von Orbitulites, Billings[2]) zu den Spongien, Dames[3]) wieder zu den Foraminiferen, Gümbel[4]) ebenfalls zu den Foraminiferen, indem er sie an die Dactyliporiden eng anschliesst. Die Dactyloporiden wurden aber bald darauf durch Munier-Chalmas[5]) als Kalkalgen erkannt, und zwar als solche aus der Gruppe der Siphoneen.

In Folge dieser wichtigen Entdeckung wurde nun die systematische Stellung der Receptaculitiden, und somit auch *Archaeocyathus*, wieder ganz unsicher. Zittel, welcher sie in seinem Handbuch der Palaeontologie[6]) (1876 bis 1880) zuerst unter den Spongien aufgeführt hatte, erklärte sie für eine ganz zweifelhafte Gruppe von Organismen.

Steinmann[7]) versetzte alle diese Gattungen und auch das devonische *Coelotrochium* und *Goniolina* ins Pflanzenreich zu den Siphoneen. Seinem Beispiele folgte Deecke[8]), welcher noch andere Formen hinzufügte.

---

[1]) Geol. Survey of Canada, Figures and Descriptions of Canad. Org. Rem. Decade I, 1859, p. 43—47.

[2]) Geol. Survey of Canada, Palaeoz. foss. vol. I, 1865, p. 378—390.

[3]) Zeitschrift der Deutschen geolog. Ges., Bd. XX. 1868, p. 483 ff.

[4]) Abh. d. K. Bayer. Acad. d. Wiss., II. Cl., Bd. XII, 1875.

[5]) Observations sur les algues calcaires. Comptes rend. tome LXXXV, p. 814—817, 1877. — Bulletin géologique 1879, p. 661 ff.

[6]) p. 173, p. 728.

[7]) N. Jahrb. f. Min. 1880, II., p. 139.

[8]) Ueber einige neue Siphoneen. N. Jahrb. f. Min. 1883, I., p. 1 ff.

Zu anderen Resultaten gelangte Hinde[1]) in seiner Arbeit über die Receptaculitiden, welche er auf Grund genauer Untersuchungen enger begrenzt und zu den Schwämmen stellt. *Archaeocyathus* (nebst *Archaeocyathellus* und *Protocyathus*) werden von ihm ausgeschlossen, da sie in der Struktur keine genügende Analogie mit den echten Receptaculitesformen darbieten. Wenn *Archaeocyathus* überhaupt zu den Schwämmen gehören solle, bemerkt er, so müsse man sein Gerüste aus kleinen Spiculis zusammengesetzt finden, ähnlich denen, welche Billings bei *A. Minganensis* abgebildet hat.

In der palaeontologischen Litteratur befinden sich noch mancherlei Angaben, Beschreibungen und Abbildungen von zweifelhaften Fossilien, welche mit grösserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit zu den *Archaeocyathinae* zu ziehen oder damit zu vergleichen sein dürften. In dieser Beziehung mag hier nur Folgendes erwähnt werden:

Trichospongia sericea Billings,

Rhabdaria fragilis und *furcata* Billings,

Calathium? paradoxicum Billings,

aus kalkhaltigen Schichten von Mingan Island, (Billings, Palaeoz. fossils I, p. 357, 358), deren Bau ungenügend bekannt ist, scheinen hierher gehörige Dinge zu sein.

Einige von Hall unter dem Namen *Streptelasma* beschriebene, tief ausgehöhlte Kelche aus dem Chazy limestone, Birdsee limestone und Trenton limestone (Palaeontology of New York I, pl. 4, pl. 12, pl. 25), deren äussere Gestalt sardinischen Archaeocyathuskelchen ähnelt, während die innere Struktur unbekannt ist, bedürfen noch näherer Untersuchung.

De Koninck[2]) hat unter dem Namen *Archaeocyathus (?) Clarkei* und *Billingsia* zwei Versteinerungen aus palaeozoischen Schichten Australiens beschrieben, welche er wegen des gleichzeitigen Vorkommens einer als *L. nobilis* M. Coy bestimmten Leptaena für devonisch erklärt. Die von ihm gegebenen Abbildungen dieser Fossilien, deren Erhaltungszustand ein sehr ungünstiger zu sein scheint, erinnern in der That sehr an manche Formen und Strukturverhältnisse, welche bei Sardinischen Coscinocyathusarten vorkommen. Das Alter des betreffenden australischen Schichtensystems bleibt dabei immerhin

[1]) Quart. Journ., Novemb. 1884, p. 834, 835.

[2]) Mémoires de la Soc. roy. des Sc. de Liége. II. Sér. tome VII (1878) p. 68 ff. Pl. II.

zweifelhaft, denn das Vorkommen von Archaeocyathinen würde eher eine tiefere Stellung andeuten, als nach dem Vorkommen der Leptaena angenommen wurde.

Die zahlreichen, zu *Archaeocyathus* und verwandten Organismen gehörigen Reste, welche ich in dem cambrischen Gebiete der Insel Sardinien gesammelt und unter Anfertigung vieler Dünnschliffe näher untersucht habe, gestatten gegenwärtig, genauere Darstellungen dieser merkwürdigen Körper zu geben und habe ich im Laufe dieser Untersuchung einige vorläufige Notizen[1]) darüber mitgetheilt.

Die ersten hierher gehörigen Stücke fand ich im Jahre 1868 bei Gelegenheit einer Excursion nach der Punta sa gloria, östlich von Canalgrande. Es waren einige Sterne in einem oolithischen Kalkstein, welche an isolirte Kelche von *Cyathophyllum*[2]) erinnerten. Herr Meneghini in Pisa, dem ich die Stücke gab, erklärte sie auch für Cyathophyllen, wobei man sich damals beruhigte.

Bei der in den folgenden Jahren von Seiten der italienischen Bergingenieure eifrig aufgenommenen geognostischen Untersuchung der Provinz Iglesias spielten die Bänke des Kalksteins mit „*Cyatophyllum*"-ähnlichen Versteinerungen und mit oolithischer Struktur um deshalb eine besondere Rolle, als dieselben Anfangs die einzigen fossilführenden Schichten waren, welche man im centralen Theil des Gebietes auffand und zur Orientirung für die stratigraphischen Aufnahmen benutzen konnte.

Herr Meneghini erhielt grössere Mengen dieser fossilführenden Kalksteine zugesandt, in welchen er die Gattung *Cyathophyllum* sicher zu erkennen glaubte[3]), einen Abdruck einer ebenfalls hierher gehörigen Art im Schiefer mit Kalknieren von Cuccuru contu schrieb er einer Stromatopora zu und bildete sie als *Stromatopora laminosa n. sp.* ab[4]).

Meine im Juli 1880 behufs Untersuchung der Reihenfolge der palaeozoischen Etagen Sardiniens unternommene Tour nach Canalgrande[5]) hatte die

[1]) Zeitschr. d. Deutschen geolog. Gesellsch., 1883 und 1884.

[2]) Compte rendu du Congrès géologique international de Bologne 1881, p. 224.

[3]) Menegh., Nuov. foss. Sil. p. 5. (7. März 1880.)

[4]) Ibid. p. 5, p. 11, 12, Tab. Fig. 8.

[5]) Compte rendu de Congrès géologique de Bologne, p. 225.

Auffindung weiterer fossilführender Schichten zur Folge, in welchen bald darauf zahlreiche Versteinerungen gesammelt worden sind. In einem Sandstein vorkommende Steinkerne erkannte Meneghini als zu *Archaeocyathus* gehörig und beschrieb sie als *A. Ichnusae* [1]).

Ueber weitere Funde berichtete er bald darauf [2]), dass „schöne Cyathophyllen" in den zwischen Schiefern gelagerten Kalkschichten von Rocca di Murlo und Mitza Genna Figu (Cuccuru Contu) vorkämen, wo kalkige Cyathophyllen von Schiefermasse erfüllt und umgeben seien. Eine der vorherrschenden Formen zeige viel Aehnlichkeit mit *Cyath. Dianthus* Goldf. Einige kleine Exemplare von vielleicht anderer Species hätten hohle Abdrücke im Schiefer hinterlassen, und zusammen mit denselben lägen andere zweifelhafte Fossilien, welche mit *Fenestella* und *Receptaculites* vergleichbar seien. In einem Kalkstücke von Cuccuru Contu habe sich auch das problematische Fossil gefunden, welches zu Stromatopora gestellt worden sei."

Die Stücke, auf welche sich alle diese Angaben beziehen, sind von den sardinischen Bergingenieuren der Bergschule zu Iglesias gesammelt worden und befinden sich im Museum zu Pisa.

Auch ich hatte die früher von mir gesammelten Stücke dorthin gegeben, nur ein kleines Stück oolithischen Kalksteins, welches ich im Jahre 1868 vom westlichen Theil des Rückens vom Monte sa Gloria mitgenommen hatte, und welches den Durchschnitt eines Kelches enthielt, befand sich noch in meiner Sammlung, als ich während des Congresses zu Bologna über die stratigraphische Reihenfolge der sardinischen Schichten berichtete.

Als ich nach meiner Rückkehr das Stück von Monte sa Gloria genauer untersuchte, stellte sich heraus, dass es mit *Cyathophyllum* nur eine sehr oberflächliche Aehnlichkeit hatte, in der That aber wegen seiner eigenthümlichen Struktur von den Korallen überhaupt abweicht. Ein quer durch den Kelch geführter Dünnschliff (Taf. 14. Fig. 5) zeigte einen Ring, von radialen Septen gebildet, zwischen welche sich von Aussen her einzelne kürzere Septa einschalten. Eine Aussenwand hatte das sehr unvollständige Exemplar nicht, dagegen sieht man den Ring stellenweise mit einer festen Innenwand bekleidet.

[1]) Menegh., Nuov. Trilob., p. 201.

[2]) Menegh., Posizione relativa p. 262, 263.

Die Septa erscheinen sowohl im Querschnitt, als in einem schrägen Durchschnitt (Taf. 14. Fig. 6) als dunkelgraue Linien, welche beiderseits durch lichtere, feinschichtige Kalkanlagerung verdickt sind. Die Interseptalräume sind mit Gesteinsmasse erfüllt, welche aus einem feinkörnigen Gemenge von splitterigem Quarzsand nebst etwas Eisenspath und Kalkspath besteht.

In diesem Gemenge liegen zahlreiche runde Oolithkörner eingebettet, deren Grösse und Struktur sehr mannichfaltig ist, auch Bruchstücke einaxiger Spongiennadeln kommen in diesem Gestein vor.

Diese Beobachtungen erregten in mir Zweifel an der Korallennatur der aus Sardinien gemeldeten Cyathophyllen überhaupt und veranlassten mich zur eingehenderen Untersuchung dieser Fossilien, von welchen ich bei wiederholten Aufenthalten in Sardinien im Frühjahr 1882 und 1883 reichliches Material sammelte, welches sodann unter Anfertigung sehr zahlreicher Dünnschliffe genau mikroskopisch untersucht wurde.

Es hat sich hierbei herausgestellt, dass wahre Cyathophyllen in den cambrischen Kalksteinen der Provinz Iglesias nicht vorhanden, und dass alle diese zweifelhaften korallenähnlichen Organismen mit *Archaeocyathus* verwandt sind. Die im Museum von Pisa bis zum Herbst 1883 angesammelten Vorkommnisse aus den betreffenden Schichten habe ich ebenfalls durchgesehen und dabei dieselben Verhältnisse bestätigt gefunden[1]).

Neben den zahlreichen Vorkommnissen, deren Struktur dem Gattungscharakter von *Archaeocyathus*, so wie ihn F. Roemer[2]) aufgestellt hat, entsprechen, fanden sich sehr verbreitet vielgestaltige Körper, deren Struktur, ein zartes, kalkiges Fasergewebe, eine Verwandtschaft mit den Spongien anzeigte, während blasige Zellen und Böden an Anthozoen erinnerten und grössere Höhlungen mit netzförmiger Innenwand wieder mit *Archaeocyathus* zu correspondiren schienen.

Ich glaubte in diesem polymorphen Wesen eine neue Gattung zu erkennen, welche ich mit dem Namen *Protopharetra* bezeichnete, um damit die Aehnlichkeit in ihrem Bau mit demjenigen einiger Pharetronen anzudeuten,

[1]) Bornem., Pal. Cambr., Geol. Zeitschr. 1883, p. 273.

[2]) Lethaea palaeozoica p. 298.

welche nach Steinmann[1]) eine Zwischenstellung zwischen Spongien und echten Coelenteraten einnehmen sollten.

Colospongia dubia[2]) von Münst von S. Cassian zeigt in der That eine grosse Aehnlichkeit der gröberen Struktur mit *Archaeocyathus atlanticus* Billings[3]).

Von der merkwürdigen *Barroisia anastomosans Mant. sp.* verdanke ich seitdem der Güte des Herrn Munier Chalmas gut erhaltene Exemplare von Farringdon, welche in der allgemeinen Gestaltung einige Analogie mit Formen der Archaeocyathusgruppe zeigen. Dünnschliffe derselben liessen aber deutlich zahlreiche dreiaxige Kalknadeln im Gewebe erkennen, wie sie Zittel[4]) angiebt und v. Dunikowski[5]) bei den Essener Pharetronen dargestellt hat.

Die Nadeln der Kalkschwämme älterer Formationen sind selten erkennbar, schon in der Trias sind Fasern sammt den in ihnen liegenden Nadeln meist zu einer krystallinischen Kalkmasse umgewandelt. Bei den Vorkommnissen der cambrischen Formation, wo der kohlensaure Kalk meist in hochkrystallinischen Marmor umgewandelt ist, dürfte daher auf ein Erkennen von Kalknadeln in den Fasern von Kalkschwämmen um so weniger gerechnet werden.

Die Fasern des Protopharetragerüstes zeichnen sich im Dünnschliff durch opakes, milchiges Aussehen vor der durchsichtigen Kalkspathmasse aus, welche sie in der Regel umgiebt. Ihre homogene Struktur lässt keine feineren Einschlüsse, wie Kalknadeln, erkennen; diese negative Eigenschaft würde aber allein nicht hinreichen, einen Schluss auf eine ursprüngliche Existenz specifischer Kalkschwammelemente auszuschliessen. Die Fasern sind äusserst vielgestaltig, oft cylindrisch und von kreisförmigem Querschnitt, mannichfaltig gebogen und anastomosirend (Taf. 6. Fig. 4, 7), so dass oft drei- und vierstrahlige Vereinigungen erscheinen. Die cylindrischen unregelmässigen Auswüchse dieser schwammartigen Gebilde zeigen centrale röhrenförmige Schläuche mit poröser Wand, deren Struktur ganz mit derjenigen der Gewebefasern übereinstimmt.

---

[1]) Pharetronenstudien. N. Jahrb. f. Min. 1882, II., p. 184.

[2]) Ibid., Tab. VI, Fig. 3.

[3]) Billings Palaeoz. foss. p. 5.

[4]) N. Jahrb. f. Min. 1879, p. 22.

[5]) Palaeontographica 29. Bd.

Radial angeordnete Elemente fehlen diesen Formen. Durch alle diese Eigenschaften wird eine grosse Aehnlichkeit mit Scyphienformen, namentlich mit einigen Arten der von Zittel so treffend beschriebenen Pharetronen bedingt.

Ein wesentlicher Unterschied des Protopharetragewebes besteht aber in dem Auftreten zarter Lamellen, welche wie Böden der Anthozoen quer durch das Fasergewebe der Körper und die centralen Schläuche hindurchsetzen (Tab. 5. Fig. 3, 5), oder auch ein zartes blasiges Zellgewebe, dem bei *Cystiphyllum* ähnlich, bilden, welches den Raum zwischen dem stärkeren Fasergewebe ausfüllt. (Taf. 7. Fig. 3, 4.)

Der Umstand, dass die Protopharetragebilde immer in Gesellschaft der vollkommenen Archaeocyathuskelche vorkommen[1]), und dass man fast in jedem Handstück, ja selbst in sehr vielen Dünnschliffen beide Formen vertreten findet, deutet schon auf eine nähere Beziehung zwischen diesen Organismen.

Weitere Untersuchungen und besonders einige im rothen Marmor von San Pietro bei Masua gefundene Stücke lieferten den Beweis, dass die als *Protopharetra* bezeichneten Dinge in naher genetischer Verwandtschaft zu den Kelchen der Archaeocyathusgruppe stehen. Sie stellen die vegetative Entwickelungsstufe dar, aus welcher sich die vollkommenen Kelche hervorbildeten. Es liegt hier bereits aus der cambrischen Periode ein vollständiger Generationswechsel vor, bei welchem den Protopharetren die Rolle der Ammen zukam.

Da sich von mehreren Arten sowohl freie Kelche mit spitziger Basis finden, als auch solche, welche auf einem Stamme mit Protopharetragewebe aufgewachsen waren, und die ersteren von Anfang an vollkommen radiale Struktur zeigen, während die letzteren unten zelliges Gewebe und erst oben die vollkommene Radialstruktur annehmen, so ist offenbar: dass zweierlei Generationen neben einander stattfinden mussten, eine vegetative und eine geschlechtliche Fortpflanzung, so wie man sie gegenwärtig bei den Medusen beobachtet, und wie sie Semper auch bei Steinkorallen nachgewiesen hat[2]).

---

[1]) Bornem., Geol. Zeitschr. 1883, p. 273; 1884, p. 400.

[2]) Ueber den Generationswechsel bei Steinkorallen etc. in Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. XXII, p. 235 u. ff. Bei mehreren *Eupsammidae* finden sich freilebende und festsitzende Individuen derselben Art. Die letzteren stellen die Ammen dar und sind als aus schwimmenden Ammen hervorgegangene Thiere anzusehen.

In grossen Kelchen von *Coscinocyathus* finden sich in Menge freie embryonale Kelchanfänge in verschiedenen Stadien des Wachsthums mit allen Merkmalen des vollkommenen Organismus, daneben kleine Zellengruppen und Zellenklümpchen, welche aussen eine dichte Aussenwand und innen das Gewebe der *Protopharetra* zeigen. Daneben sehen wir ebensolche Körper Wurzelfasern aussendend, an Grösse zunehmend und schliesslich in ihnen Höhlungen mit der beginnenden Entwickelung der netzförmigen Scheidewände des Mutterthieres.

Obgleich hiernach der Name *Protopharetra* nicht mehr die Bedeutung einer selbstständigen Gattung haben kann, so empfiehlt es sich doch, ihn insoweit beizubehalten, als darunter eine Anzahl unter sich specifisch verschiedener Gewebeformen zu beschreiben sind, bei denen die Zusammengehörigkeit mit bestimmten Kelchformen noch nicht direct nachgewiesen werden konnte.

Die bisher unter *Archaeocyathus* zusammengefassten Organismen zerfallen in mehrere Gattungen, deren erste, *Archaeocyathus* im engeren Sinne, dadurch charakterisirt ist, dass der Zwischenraum zwischen der von groben Poren siebartig durchlöcherten Innenwand und der fein porösen Aussenwand lediglich durch radiale Scheidewände in lange senkrechte Fächer getheilt ist.

Die zweite mit dem Namen *Coscinocyathus*[1]) belegte Gattung unterscheidet sich von *Archaeocyathus* dadurch, dass ausser den radialen Scheidewänden auch noch regelmässige Querscheidewände vorhanden sind, durch welche das Gehäuse der Länge nach in Fächer getheilt wird.

Eine dritte Gattung ist *Anthomorpha*[2]), bei welcher zwischen kräftigen radialen Septen unregelmässige schwächere Querlamellen auftreten, welche im Querschnitt sichtbar sind. Der centrale Theil des Kelches ist unten von kurz cylindrischen Zellen eingenommen, oben etwas ausgehöhlt.

Diese Formen, bei denen keine siebartig durchbohrten Wände beobachtet wurden, bilden einen deutlichen Uebergang zu den Anthozoen, während sie wegen ihrer Entwickelungsweise doch von den *Archaeocyathinae* nicht zu trennen sind.

---

[1]) Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 704.

[2]) Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 705.

Der ungünstige Erhaltungszustand dieser meist in mehr oder weniger krystallinischen Kalksteinen gefundenen Organismen macht die Untersuchung schwierig. Oft sieht man nur strukturlose weisse, mehr oder weniger cylindrische Körper zusammenliegen, zwischen denen sich Knospen und Sprösslinge einschieben. Bei den etwas deutlicher erhaltenen Exemplaren zeigen die Querschnitte ein und desselben Körpers sehr verschiedene Charaktere je nach der relativen Höhe, in welcher die Durchschnitte genommen wurden.

Eigenthümliche Fasergebilde, welche bei *Archaeocyathus Marianus* und bei mehreren Coscinocyathusformen: *C. tener*, *C. vesica*, *C. Pandora*, *C. calathus*, theils innerhalb der Kammern, theils im unteren Theil der centralen Höhlung beobachtet wurden, und welche bald als krumme anastomosirende Fäden, bald als an den Wänden anhängende Klümpchen erscheinen, lassen wegen der näheren Umstände ihres Auftretens vermuthen, dass sie von Weichtheilen des inneren Organismus herrühren, welche von erhärtender Schlammmasse eingeschlossen und nach ihrem Verschwinden in ihrer Form durch Kalkspath ersetzt wurden.

Es ist nicht zweifelhaft, dass die Weichtheile der *Archaeocyathinae* eine höhere Organisation besassen, als die Protozoen, wenn auch angenommen werden mag, dass die feinen Poren der äusseren Umhüllung, namentlich bei den freibeweglichen Kelchen, zur Aussendung von Geisseln oder Sarkodefäden gedient haben mögen. Jedenfalls enthielt die mittlere Leibeshöhle widerstandsfähigere Weichtheile, welche durch die groben Poren der Innenwand mit dem Kammersystem in Verbindung standen, sowohl der Ernährung als Fortpflanzung dienten und im Allgemeinen eine den höheren Coelentratenabtheilungen verwandte Organisation besassen.

B. Beobachtungen über schon früher bekannte Archaeocyathusarten.

Im Herbste 1884, nach der Versammlung der Deutschen geologischen Gesellschaft in Hannover, hatte Herr Geheimrath F. Roemer die Güte, mir das von ihm in der Breslauer Universitätssammlung aufbewahrte Archaeocyathus-Material aus Canada und das Originalexemplar des *A. Marianus* aus Spanien

zur Vergleichung zu übersenden und mir zu gestatten, zur genaueren Untersuchung noch einige Schnitte daran auszuführen. Die hierbei gewonnenen Beobachtungen bieten einiges Neue, was zur Vervollständigung der Kenntniss der älteren Arten hier eingeschaltet werden mag.

1. **Archaeocyathus profundus** Billings.

(Taf. 32. Fig. 1. 2.)

Billings, Palaeoz. Fossils I p. 4. Fig. 1—4.
Dawson, Life's Dawn on Earth p. 154. Fig. 41 a. b. c.
Roemer, Lethaea palaeoz. p. 299.

Das untersuchte Exemplar trägt auf der Etikette die Bezeichnung: Long Beach Anse au Loup. Canada. July 1872. P. C. W. und stellt die in braunem Kalkstein eingeschlossene Basis des *A. profundus* dar. Es ist durch einen nicht ganz horizontalen, sondern etwas schräg zur Axe geführten Schnitt in zwei Hälften getrennt, welche die Struktur des Gewebes in ausgezeichneter Weise erkennen lassen, indem sich die weissen Lamellen und Faserdurchschnitte sehr scharf von dem braunen Grunde abheben.

Die eine Hälfte des Exemplars zeigte in der Mitte der von dem Durchschnitt abgewendeten Seite eine runde Ausfüllungsmasse des Kelchgrundes und wurde diese Hälfte durch einen durch die Mitte geführten Verticalschnitt halbirt. Dieser Durchschnitt gewährt somit einen näheren Einblick in die Struktur des Kelchanfanges, und zwar derjenigen Stelle, wo der anders organisirte Archaeocyathuskelch aus seiner zelligen Basis entspringt.

Beide Durchschnitte wurden polirt und bei auffallendem Lichte direct in dreimaliger Vergrösserung photographirt.

Die Durchschnitte zeigen das aus starken radialen Fasern und gitterförmigen Lamellen gebildete und durch zarte Querlamellen und blasige Zellenhäute verstärkte Gerüste. Die Faserzüge erheben sich conisch aufstrebend gegen den Kelchanfang (Taf. 32. Fig. 2 bei a), dessen kräftige Aussenwand (Taf. 32. Fig. 2 bei b), sich aus dem Gewebe der Basis herausbildend, dasselbe quer durchsetzt. Innerhalb dieser äusseren Kelchwand bemerkt man im Querschnitte Theile der siebförmigen radialen Septa (Taf. 32. Fig. 2 bei c).

An dem Querschnitte zeigt der mittlere Theil ein weitläufigeres Gerüste als der peripherische und die Septa oder Fasern sind durch starke Kalkanlagerung erheblich verdickt.

Die ganze Anordnung zeigt ein concentrisches, den Jahresringen der Pflanzen vergleichbares Struktursystem, welches auf eine Periodicität in den Lebenserscheinungen bei *Archaeocyathus* hinweist.

(Bei *Flabellum, Placotrochus* und anderen Steinkorallen hat Semper[1]) periodisches Abwerfen fertig ausgebildeter Kelche nachgewiesen, welche sich mit breiter Grundfläche durch Theilung vom Mutterthiere oder der Amme ablösen, welche letztere dann an derselben Stelle neue Individuen hervorbringen.)

In dem centralen Theile des Querschnittes der Basis von *Archaeocyathus* lassen sich mehrere Ringe als Reste von Kelchwandungen deuten, dazwischen befinden sich dunkle Stellen und Bögen, an denen eine Unterbrechung des Gewebes stattfindet, welche in Folge von Resorption oder Spaltung beim Wachsthum entstanden sein kann.

Es ist somit auch der Fall denkbar, dass auf zelligem Basalgewebe Archaeocyathuskelche gewachsen seien und sich daraus abgelöst hätten.

Von den citirten Abbildungen bei Billings zeigt Fig. 1 einen Kelch mit spitzer Basis. Dagegen Fig. 3 den Querschnitt der Basis eines dickeren Exemplars mit Zellen zwischen den Radialwänden. Offenbar sind auch hier sowohl freie als aufgewachsene Exemplare vorhanden.

2. Archaeocyathus Atlanticus Billings.

(Taf. 33. Fig. 5.)

Billings, Palaeoz. Fossils I p. 5.
Roemer, Lethaea palaeozoica p. 300.

Unsere Figur stellt in vierfach vergrösserter Photographie einen Dünnschliff der Breslauer Sammlung dar, welcher die Bezeichnung trägt: T. C. Weston collected and prepared. Das Fossil stammt aus dem Schiefer der Meerenge von Belle Isle, zwischen Neu-Fundland und Labrador.

Dieses Präparat zeigt im Querschnitte die Hälfte des röhrenförmigen Fossils, dessen Körper durch gerundete oder plattenförmig verbreiterte

[1]) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. XXII, p. 235 ff.

Längsfasern gebildet ist, welche oft zusammenfliessen und an der Innenwand radiale Anordnung zeigen. Feine Querlamellen sind zwischen den Fasern bemerkbar.

3. **Archaeocyathus Minganensis** Billings.

Billings, Palaeoz. Foss. I p. 354. Fig. 342—344.
Roemer, Lathaea palaeozoica p. 299. Taf. 2. Fig. 2.

Ein verkieseltes Stück, welches F. Roemer durch die Geological Survey of Canada von Mingan Island erhielt, besteht aus an einander haftenden Theilen mehrerer in verschiedenen Richtungen an einander liegender röhrenförmiger, unregelmässig bauchiger Kelche, deren Oberfläche ziemlich deutlich die von Billings beschriebene Struktur zeigt, während die Mikrostruktur bei dem ungünstigen Erhaltungszustande nichts Besonderes erkennen liess.

4. **Archaeocyathus Marianus** F. Roemer.

(Taf. 33. Fig. 1. 2. 3. 4.)
Lethaea palaeozoica p. 301. Fig. 55 a—e.

Dieses ausgezeichnete Stück zeigt eine ausserordentlich gute Erhaltung der zarten Strukturverhältnisse. Es ist aber wahrscheinlich, dass der Schiefer, in dem es von Macpherson gefunden wurde, nicht seine ursprüngliche, sondern eine secundäre Lagerstätte war. Es würde nicht möglich gewesen sein, dass die Struktur sich so vollkommen und ohne Verdrückung hätte erhalten können, wenn der zarte Organismus direct in den Thonschlamm gerathen wäre, welcher als nachmaliger Thonschiefer es umschloss. Jedenfalls ist er zuvor in weichen Kalkschlamm gekommen, welcher die Höhlungen ausfüllte und erhärtete, und dann erst kam das Stück als Bruchstück einer wieder zerstörten Ablagerung an seine spätere Lagerstätte. Diesen Umständen ist es auch zuzuschreiben, dass ein so ausgezeichnetes Vorkommen nur ganz sporadisch oder als Unicum beobachtet wurde, während sonst die *Archaeocyathinae* ganze Gesteinsbänke erfüllend vorkommen.

Den Bau des *A. Marianus* hat F. Roemer a. a. O. sorgfältig beschrieben und besonders die Struktur der Septa und der Aussenwand durch Abbildungen sehr anschaulich dargestellt. Nur die Struktur der inneren Röhrenwände, welche in seiner Figur 55d als eine Reihe sehr eigenthümlicher

Haken erscheint, blieb noch unverständlich. Der Dünnschliff, nach welchem Roemers Abbildung gezeichnet ist, hatte nämlich den inneren Ring gerade in seiner Verbindungslinie mit den Radialsepten getroffen.

Ein zweiter Längsdünnschliff, welchen ich anfertigen konnte und auf Taf. 33. Fig. 4 in vierfacher Grösse photographisch dargestellt habe, legt die Strukturverhältnisse vollkommen klar.

Dieselben sind so eigenthümlicher Art, dass sich dadurch *Archaeocyathus Marianus* von allen anderen Formen der Gruppe unterscheidet.

Die innere Wand des Hohlcylinders besteht nämlich aus einem System schräger Röhren, deren Axen unter sehr steilem oder spitzem Winkel aufwärts, nach innen zur Hauptaxe des Cylinders gerichtet sind. Die Röhren erscheinen im Querschnitt als Ellipsen, deren längere Axen in der Richtung der Kreislinie liegen, welche sie zusammensetzen. Im Längsschnitt erscheinen die Röhrenwände, wenn sie ausserhalb der Berührung mit den Radialsepten durchschnitten sind, als eine Reihe paralleler schräger Striche (Taf. 33. Fig. 4 bei a) ohne Verbindung unter einander. Trifft der Verticalschnitt die Berührungslinie der Ringwand mit einer Radialwand, so entstehen die von Roemer dargestellten Haken, welche auch auf unserer Figur (Taf. 33. Fig. 4 bei c) zu sehen sind. Die Radialscheidewände dagegen erscheinen, wenn ausserhalb dieser Berührungsstellen längs geschnitten, als zusammenhängende aufrechte Striche, in denen nur einzelne Poren bemerkbar sind (Taf. 33. Fig. 4 bei b).

Die feinen Poren, welche die äussere Wand des Cylinders in regelmässiger Ordnung siebförmig durchbohren, erscheinen an dem Längsschnitte Taf. 33. Fig. 4 bei d.

Der von Roemer abgebildete Querschnitt[1]) ist nach einem Dünnschliff gezeichnet, welcher in unserer Figur 3 auf Taf. 33 in viermaliger photographischer Vergrösserung des Originalpräparates wiedergegeben ist. Ein zweiter Dünnschliff, dem oberen dicken Ende des Stückes entnommen, ist in gleicher Weise Taf. 33. Fig. 2 dargestellt.

Der Abstand der beiden Querschnitte von einander beträgt 68 Millimeter. An dem oberen Querschnitt zählt man 61 Radialsepten, an dem anderen 44, so dass durch Einschiebung neuer Septen von der Aussenwand

[1]) l. c. Fig. 55b.

her die Zahl der Septa in dem Höhenabstand von 68 Millimeter um 17 vermehrt ist.

In den mit sehr feiner grauer Kalkmasse ausgefüllten Fächern und dem von der gleichen Gesteinsmasse erfüllten Theile der Mittelröhre beobachtet man feine, aus weisser Kalkspathmasse bestehende Fäden, welche zum Theil als runde kleine Kreise im Querschnitte und als Fasern im Längsschnitte (Taf. 33. Fig. 4 bei e) oder als kleine Klümpchen erscheinen, welche an den Radialsepten und besonders in der Nähe der inneren, aus Röhren gebildeten Wand anhaften.

Ich glaube nicht irre zu gehen, wenn ich diese Dinge als Reste von organischen Weichtheilen (Sarkodefäden, Muskelfasern oder Tentakeln) deute, welche dem absterbenden Organismus anhingen, als er in weichen Kalkschlamm eingebettet wurde. In der bald erhärtenden kalkigen Ausfüllungsmasse sind die Weichtheile dann resorbirt und durch reinen kohlensauren Kalk substituirt worden.

Von den beiden Querschnitten zeigt der kleinere den oberen Theil des inneren Hohlraumes mit Kalkspath, den unteren mit der feinen Kalkschlammmasse erfüllt. Der grössere Querschnitt dagegen ist im unteren Theil mit feinem Sand angefüllt, in welchem man auch sehr kleine Trilobitenreste, namentlich Bruchstücke von Schalentheilen, erkennt; der obere Theil des inneren Hohlraumes und ebenso die sämmtlichen Radialfächer sind mit der feinen Kalkschlammmasse erfüllt, in der sich jene als Kalkpseudomorphosen organischer Weichtheile gedeuteten Dinge befinden.

Aus einer aufmerksamen Betrachtung der theilweisen Kalkspathausfüllung des mittleren Hohlraumes, welche im Durchschnitte Taf. 33. Fig. 3 quer, in Taf. 33. Fig. 4 längs geschnitten ist, ergiebt sich, dass die ebene Berührungsfläche zwischen dem Kalkspath und der übrigen Ausfüllungsmasse als ein Orientirungsniveau für die ursprüngliche Lage des Körpers betrachtet werden kann.

Der Körper ist mit seinem dicken Ende schräg nach unten in eine weiche, in ihrem unteren Theile etwas sandige Kalkschlammmasse zu liegen gekommen, welche in die mittlere Höhlung leicht eindringen konnte, während der gegen die wahrscheinlich noch geschlossene Spitze befindliche Theil des Hohlraumes leer blieb und erst allmählich mit Kalkspath erfüllt wurde.

C. Sardinische Formen.

Protopharetra.

Bornemann, Geol. Zeitschr. 1883, p. 274. 1884, p. 400, 705.

Wenngleich es nach den vorhergehenden Betrachtungen als feststehend gelten kann, dass die unter diesem Namen hier aufgeführten Wesen nur eine niedere Entwickelungsstufe der unter den Gattungen *Archaeocyathus* und *Coscinocyathus* zu beschreibenden Organismen darstellen, so erscheint es doch zweckmässig, für sie einen besonderen Gesammtausdruck beizubehalten, da für viele von einander zu unterscheidende Formen der specielle Nachweis der zugehörigen höheren Entwickelungsstufe noch fehlt. Die geologische Praxis braucht zur Kennzeichnung der Schichten bestimmte Namen für die darin vorkommenden Fossilien, und es würden die oft ganze Gesteinsmassen erfüllenden Ammengebilde ohne Namen bleiben müssen, wenn man ihre Benennung erst nach Erkennung der zugehörigen Kelchform vornehmen dürfte.

Aus diesen Gründen ist der einmal angenommene, wenn auch nicht ganz glücklich gewählte Name hier beibehalten worden.

Die beobachteten Formen unterscheiden sich eines Theils durch die äussere Gestalt ihres Wachsthums, anderen Theils durch den engeren oder weitläufigeren Bau ihres Gewebes, zeigen aber wiederum so viele Uebergänge in ihren Eigenschaften, dass die bestimmte Begrenzung sehr schwierig ist.

P. polymorpha Bornem.

(Tafel. 5. Fig. 1—7. Taf. 6. Fig. 1—4.)

Bornemann, Geol. Zeitschr. 1884, p. 705.

Vielgestaltig, mehr oder weniger cylinderisch, unregelmässig angeschwollen oder breite Massen bildend, von denen sich unregelmässig einfache oder gabelige Aeste nach allen Seiten abzweigen. Aeste von verschiedener Dicke von 10 mm bis zu 2 mm herab.

Der Körper besteht aus zartem kalkigen Fasergewebe von cylindrischen, oft anastomosirenden Fasern, welche im Allgemeinen der Längsrichtung der Zweige folgen und im Längsschnitt oder schrägen Durchschnitt dem Gewebe ein kurzzelliges Ansehen geben. Im Querschnitt erscheinen die Fasern mit

kreisförmigem Durchschnitt, ihre Anastomosen zuweilen als drei- oder mehrstrahlige Vereinigungen (Taf. 5. Fig. 7). Die Aeste haben meist eine centrale schlauchförmige Höhlung, welche von dem umgebenden Gewebe durch eine, aus der Vereinigung von Fasern gebildete, zarte, siebförmig poröse Wand getrennt ist (Taf. 5. Fig. 2 bei a, Längsschnitt).

Zarte Querwände oder Böden durchkreuzen den Hauptkanal und das Fasergewebe bis zur dichten Aussenwand.

An der Aussenwand beobachtet man zuweilen röhrenförmige Wurzelfasern, aus einer einfachen Wand bestehend, welche im Querschnitt als Ringe oder Ellipsen erscheinen (Taf. 5. Fig. 6).

Die Fasern des Gewebes sind von dichtem Gefüge, die stärkeren durch Anlagerung verdickt, namentlich im unteren bewurzelten Theile des Körpers. Die zunächst der Aussenwand innerhalb stehenden Fasern sind zuweilen mit dieser verwachsen (Taf. 5. Fig. 7) und erscheinen dann im Querschnitt als anfangende Radialsepta. Oftmals zeigen sich innerhalb des Fasergewebes Zonen dicht zusammengedrängter Fasern, welche dann im Querschnitt (Taf. 6. Fig. 4 bei c) als concentrischer geschlossener Ring erscheinen, im Längsschnitt und schrägen Durchschnitt aber (Taf. 6. Fig. 3) ein sehr unregelmässiges Bild der Struktur geben, indem ein Theil weitläufig stehende Faserdurchschnitte, ein anderer die zu einer porösen Wand vereinigten Fasern zeigt, in welcher nur kleine runde Lumina offen geblieben sind. Die Durchschnitte der zarten Böden ziehen sich als feine Linien zwischen dem Gewebe hindurch.

P. polymorpha findet sich häufig in kalkhaltigen Sandsteinen und in Kalksteinen bei Canalgrande, Gutturu Sartu, Monte sa Gloria, Nebida u. s. w. In ihrer Begleitung erscheinen häufig Kelche von *Coscinocyathus*. Taf. 6. Fig. 4 bei e zeigt einen Dünnschliff, in welchem ein Protopharetra-Ast zwischen zerbrochenen Theilen eines *Coscinocyathus cornucopiae* liegt. Derselbe ist demselben Handstück eines Kalksteines entnommen, an welchem die ausgewitterten, in Taf. 6. Fig. 2 dargestellten Aeste sich befinden. Aus der nämlichen Schicht stammt der auf Taf. 16. Fig. 2 dargestellte Dünnschliff, welcher neben einem schönen Längsdurchschnitt von *Coscinocyathus cornucopiae* mehrere Stücke von *Protopharetra polymorpha* aufweist (ibid. Fig. 2 bei c und d).

P. radiata nov. sp.

(Taf. 7. Fig. 1. 2. 5. 6. 7.)

Cylindrische unregelmässig angeschwollene und ästige Körper mit weitläufigem, kräftigem Fasergewebe, Fasern mit radialer Tendenz zur engen Centralhöhlung geordnet, in der Längsrichtung parallel und auf längere Strecken geradlinig. Dazwischen liegen zarte Böden und Querwände. An den stärkeren Fasern sind deutlich Verdickungsschichten durch Anlagerung bemerkbar.

Die Präparate (Taf. 7. Fig. 1. 2.) stammen aus braunem, etwas grobschieferigem Gesteine, in der Nähe der Tanca Vesme bei Iglesias, Taf. 7. Fig. 5—7 von der Höhe von Marganai unweit des Pozzo Adele, in der Richtung nach Cuccuru Contu.

P. vesiculosa nov. sp.

(Taf. 7. Fig. 3. 4.)

Dem vorigen sehr ähnliches Gewebe, in dem aber das Fasergerüste sehr zurücktritt, während zartes blasiges Zellgewebe vorherrscht.

Die Structur gewinnt dadurch Aehnlichkeit mit derjenigen, welche man bei *Cystiphyllum* und grossen Cyathophyllen beobachtet.

Es fehlt diesen Vorkommnissen aber ganz die Regelmässigkeit im Auftreten radialer Septen, wodurch sie sich von den eigentlichen Anthozoen unterscheiden, obgleich auch hier ein morphologischer Uebergang nicht zu verkennen ist.

Die Präparate, nach welchen Taf. 7. Fig. 3 und 4 in viermaliger Grösse photographirt wurden, stammen aus braunem schieferigem, von Kalk durchzogenem Gestein von Genna Figu bei Iglesias.

P. densa nov. sp.

(Taf. 8. Fig. 6 bei c. Fig. 7 bei b. Fig. 8.)

Kleine rundliche, cylindrische oder gabelästige Körper mit dichter Aussenwand und sehr engmaschigem Fasergewebe. In der Mitte meist ein Hauptkanal.

In kalkhaltigem Sandsteine von Gutturu Sorgiu bei Nebida, wo sie mit kleinen spitzigen Kelchen von *Archaeocyathus acutus* zusammen vorkommen.

In dem Dünnschliff (Taf. 8. Fig. 6) liegen zwei Längsschnitte solcher Archaeocyathuskelche mit vier Protopharetraknollen zusammen und in jedem der beiden Präparate (Taf. 8. Fig. 7 und 8) sieht man einen Querschnitt des *Archaeocyathus acutus.*

Die Figuren sind Photogramme in vierfacher Vergrösserung.

P. laxa nov. sp.

(Taf. 19. Fig. 1 bei c. Fig. 6. 7. 8.)

Weitmaschige Fasergewebe von wechselnder Grösse und Gestalt; oft in langgestreckten mehr oder weniger parallel liegenden Massen das Gestein ganz erfüllend, mit dicker äusserer Wand und grob siebartig durchlöcherter centraler Röhre. Zarte Querböden durchsetzen das Fasergewebe und verbreiten sich stellenweise auch in die centrale Höhlung.

Diese bei Genna Figu und in der Nähe der Tanca Vesme bei Iglesias und mehreren Punkten bei Canalgrande gesammelten Formen scheinen Uebergangsstadien aus dem Protopharetragewebe zu Archaeocyathus- und Coscinocyathuskelchen zu sein.

Taf. 19. Fig. 1 bei c zeigt die angewitterte Oberfläche eines Kalksteins von Monte sa Gloria in doppelter Grösse, die übrigen Figuren sind vierfach vergrösserte Photogramme.

Weitere Protopharetraformen, welche im Folgenden beschrieben und

Taf. 22. Fig. 2 bei a, 3 bei a, 4 bei a, 5 bei a,

Taf. 23. Fig. 1 bei a, 2 bei a, 3 bei a, 4 bei a (*Cosc. verticillus*),

Taf. 26. Fig. 1 bei a, 2 bei a und b, 3 (*Cosc. calathus*),

Taf. 27. Fig. 2 bei c und d (*Cosc. Pandora*)

abgebildet sind, dürfen zweifellos als zu denjenigen Coscinocyathusformen gehörig angesehen werden, mit denen sie im Zusammenhang beobachtet wurden.

Archaeocyathus Billings 1861.

Billings, Palaeozoic. Fossils, Vol. I, p. 3, p. 354.

F. Roemer, Lethaea Palaeozoica p. 298.

Bornemann, Geol. Zeitschr. 1883 p. 273; 1884 p. 400, 703.

Gehäuse trichterförmig oder subcylindrisch und innen hohl; die Aussenwand mit feinen regelmässigen Poren dicht besetzt, die Innenwand von grösseren Poren gitterförmig. Der Hohlraum zwischen der Aussenwand und

Innenwand durch radiale Lamellen oder Scheidewände der Länge nach in Fächer getheilt, welche durch Löcher in den Scheidewänden mit einander communiciren.

Die Gestalten der Archaeocyathusformen sind sehr mannichfaltig, von einer cylindrischen Röhre oder nadelförmig spitzem Kegel zum Trichter oder zur flachen Schale bis zu ebenen Ausbreitungen. Die Formen sind entweder regelmässig oder unregelmässig, die subcylinderischen gerade oder gebogen, glatt oder gerunzelt, die ausgebreiteten mit concentrischen oder mit Längsfalten, die Radialsepten vermehren sich bei der Grössenzunahme des Durchmessers durch Einschaltung von der Aussenwand her.

Bei der Veränderlichkeit fast aller dieser Unterscheidungsmerkmale und der stattfindenden Uebergänge von einer extremen Form in die andere durch zahlreiche Zwischenstufen bleibt es zweifelhaft, in wie weit man den unterschiedenen sardinischen Formen den Charakter von Species beilegen soll. Die hier gegebenen Namen sollen nur dazu dienen, gewisse Formentypen zu bezeichnen.

In neuester Zeit hat Herr Meneghini drei neue Namen von Archaeocyathusarten (*A. pocillum, A. annularis, A. Testorei*) aufgestellt[1]), von denen die zwei ersten als Steinkerne aus Sandstein, der dritte aus Kalksteinen angegeben werden. Indessen genügt die kurze Beschreibung nicht, um zu erkennen, ob es sich um Archaeocyathus- oder Coscinocyathuskelche handelt, oder um sich einen Begriff von ihrer Gestalt zu machen. Von A. Testorei ist überhaupt keine Beschreibung gegeben worden.

Es konnte daher auf diese Namen um so weniger Rücksicht genommen werden, als sie erst zu einer Zeit publicirt wurden, in welcher die vorliegende Arbeit bereits weit fortgeschritten und Herr Meneghini davon unterrichtet war.

A. acutus Bornemann.

(Taf. 8. Fig. 1—5, 6 bei a und b, 7 bei a, 8. Taf. 27. Fig. 2 bei b.)
Bornem., Geol. Zeitschr. 1884 p. 703.

Gehäuse gerade oder schwach gekrümmt, nach unten allmählich in eine Spitze auslaufend; der innere Hohlraum fast bis zur Spitze reichend. (Taf. 8. Fig. 1 und 2.)

[1]) Menegh , Nuov. foss. cambr. p. 59, 60.

Die Fächer tragen an der Innenwand je eine Reihe Oeffnungen, zwei bis drei auf 1 mm Länge. Die Porenreihen sind so gegen einander verschoben, dass die Poren in Quincunx stehen.

Bei 4 cm Länge haben mit der Spitze erhaltene Exemplare 4—5 mm Dicke am oberen Ende, auch kommen Bruchstücke grösserer Exemplare vor.

B. acutus findet sich in einem kalkhaltigen Sandsteine östlich von Nebida, in einem festen gelben Sandsteine auf Punta Pintau bei Canalgrande. Dieselbe Schicht, welche auch noch andere Archaeocyathusarten, *S. infundibulum*, *A. Johnusae*, *A. sinuosus*, sowie Reste von Trilobiten und *Lingula* enthält, wurde auch am Ostabhange der Thalschlucht von Bega Susuia aufgefunden. Im unverwitterten Gesteine sind die aus Kalk bestehenden Wände wohlerhalten.

In Dünnschliffen des Gesteins von Nebida (Taf. 8. Fig. 6—8) liegen kleine Exemplare von *A. acutus* zwischen den zelligen Körpern von *Protopharetra densa* (siehe oben).

Im verwitterten Gesteine erscheinen die Steinkerne oder Ausfüllungen der Fächer als dünne Lamellen, welche, den Poren der Innenwand entsprechend, eine Reihe kleiner Höcker tragen (Taf. 8. Fig. 1 und 3). Ebenso trägt der Steinkern der centralen Höhlung (ib. Fig. 4 und 5) eine Sculptur, welche von den in Quincunx stehenden Poren der Innenwand herrührt und aus ebenso gestellten Wärzchen besteht. Zwischen denselben befindliche tief eingedrückte Punkte deuten auf kleine hervorragende Dornen, welche die Innenwand bekleideten und die Poren schützten.

Stücke mit wohlerhaltener Kalksubstanz kommen auch im Kalksteine von Cuccuru Contu vor. Einen Längsdurchschnitt mit den parallelen Durchschnittslinien der radialen Scheidewände zeigt der vierfach vergrösserte Dünnschliff Taf. 27. Fig. 2 bei b. An demselben sind auch die einreihigen groben Poren der Innenwand an einer Stelle deutlich sichtbar.

Die Aussenwand von *A. acutus* ist mit sehr feinen Poren dicht besetzt, welche aber an verwitterten Exemplaren und Steinkernen nicht zu erkennen sind; an den Längsdurchschnitten Taf. 8. Fig. 6 bei a und b sind sie deutlich wahrnehmbar.

A. aduncus nov. sp.
(Taf. 10. Fig. 5.)

Gehäuse cylindrisch, nach der Basis allmählich dünner, stark gekrümmt.

Bei einem Durchmesser von 7 mm beträgt der Durchmesser des inneren Hohlraumes 4—5 mm, der Abstand zwischen Aussen- und Innenwand etwas über 1 mm, während die Fächer etwa $^1/_3$ mm breit sind.

Im Sandsteine von Monte sa Gloria und Canalgrande.

A. infundibulum Bornemann.

(Taf. 9. Fig. 1 bei a—i. Fig. 2, 3, 4, 5. Taf. 10. Fig. 1 bei d, e, f, y. Fig. 2 bei a und g. Fig. 3 bei a und u. Taf. 11. Fig. 8 bei f. Taf. 14. Fig 7 bei b.)

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884 p. 703.

Gehäuse trichterförmig, höher als breit, nach unten in eine schlank ausgezogene Spitze verschmälert. Innere Wand mit groben Poren, welche in alternirenden Reihen stehen, drei bis vier auf die Länge eines Millimeters. Aeussere Wand mit alternirenden Reihen sehr feiner Poren, von denen acht bis zehn auf 1 mm gehen.

Im Vergleiche zur Sculptur des *A. acutus* ist diejenige von *A. infundibulum* erheblich feiner.

Sehr häufig im gelben Sandsteine von Punta Pintau bei Canalgrande, einzeln auch als Abdruck im Schiefer derselben Lokalität.

Taf. 9. Fig. 1 giebt die Photographie einer Sandsteinplatte in natürlicher Grösse wieder, auf welcher zahlreiche Kelche von *A. infundibulum* zugleich mit solchen von *A. Ichnusae* und *A. sinuosus* und Trilobitenresten zusammenliegen. Diese Exemplare sind nach Auswitterung der Kalksubstanz meist als Abdrücke und Steinkerne erhalten, wobei die Ausfüllungsmasse der Kammern als lange schmale Lamellen erscheint. Taf. 9. Fig. 2, 3, 4, 5 sind schematische Darstellungen der vollständigen Kelchformen. Taf. 10. Fig. 1 zeigt einen Theil der Gegenplatte der auf Taf. 9. Fig. 1 dargestellten Platte in denselben Verhältnissen. Taf. 10. Fig. 3 stellt, in doppelter Grösse photographirt, den auf der Platte Taf. 9. Fig. 1 befindlichen Kelch a dar, um die granulöse Struktur des inneren Steinkerns zu veranschaulichen. Taf. 10. Fig. 2 bei a ist der Hohldruck desselben Kelches nebst anderen Theilen der Gegenplatte in doppelter Grösse dargestellt. Taf. 11. Fig. 8 bei f zeigt die Basis

eines wohlerhaltenen Kelches mit seiner schlanken Spitze auf einem Handstück gelben Sandsteins in anderthalbfacher Vergrösserung, Taf. 14. Fig. 7 bei b in einem viermal vergrösserten Dünnschliff den Querschnitt eines Kelches von *A. infundibulum* mit theilweise wohlerhaltener Substanz der Septa und der Trichterwände. Daneben liegen Körper von *A. Jchnusae* und *Protopharetra* (bei d).

A. Jchnusae Meneghini.

(Taf. 9. Fig. 1 bei k—p, t., Fig. 6. Taf. 10. Fig. 1 bei k, m, n, p, t, w; Fig. 4 bei k, l, m. Taf. 11. Fig. 6 und 7. Taf. 12. Fig. 1 a—c, Fig. 2 bei a. Taf. 13. Fig. 3 und 4. Taf. 14. Fig. 3 bei a, Fig. 5, 6, 7 bei a und c, 8, 9, 10, 11 bei a.)

Menegh., nuov. Trilob. p. 201.

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 704.

Meneghini beschrieb 1881 Steinkerne von Canalgrande, welche mit Trilobitenfragmenten auf Quarzitsandsteinplatten zusammenliegen, in sehr treffender Weise:

„un organismo che con limitate variazioni di dimensioni e di forme frequentemente si ripete. E un corpo irregolarmente più o meno obliquamente conico a sezione più o meno circolare od ellittica del massimo diametro di $2^1/_2$ a 3 centimetri e dell' altezza di uno od $1^1/_2$, cavo e di spessore comparativamente sottile limitato all' esterno ed all' interno da superficie continue, mentre nello spazio di circa $^1/_2$ millimetro che resta fra esse dall' apice che sembra affisso irraggiano numerose lamelle i cui numero va successivamente moltiplicandosi per fissiparita di modo che presso al margine ciascuna copia ha pure circa $^1/_2$ millimetro anche di larghezza, nella quale si comprendono due lamelle coll' interposto solco che al pari degli altri tutti anzi che continuo, sembra risultare da una serie di punti.

Evidentemente si tratta solo del modello interno di un organismo le cui parti solidi sono scomparse e rimangono rappresentate dai vuoti della materia pietrosa che occupò le interne cavità e delle impronte delle due superficie. Non si saprebbe riferire un tal fossile che al genere di ben dubbie affinità denominato *Archaeocyathus* del Potsdam canadese ed in tale supposizione si propone d'intitolarlo *Arch. Jchnusae*."

Zahlreiche Exemplare, welche ich von Canalgrande, namentlich von Punta Pintau besitze, zeigen, dass die vollständigen Kelche, welche meist

eine patellenähnliche Form haben, in der Mitte mit einer kurzen kegelförmigen Spitze versehen sind.

Auf der Oberfläche mancher Sandsteinplatten liegen sie in grosser Menge gesellig mit Kelchen von *A. infundibulum, A. acutus, A. sinuosus,* mit *Lingula, Kutorgina* und mit Trilobitenresten zusammen. Auch verdrückte Exemplare kommen nicht selten vor (Taf. 9. Fig. 1 bei r und s).

Die auf Taf. 9. Fig. 1 in Naturgrösse dargestellte Platte, ebenso die Gegenplatte Taf. 10. Fig. 1 enthalten zahlreiche Stücke. Taf. 10. Fig. 4 stellt mehrere derselben in doppelter Grösse dar. Bei allen diesen Exemplaren ist die Kalksubstanz verschwunden, und es sind nur Abdrücke und Steinkerne sichtbar, ebenso bei dem auf Taf. 11. Fig. 6 und 7 in doppelter Grösse dargestellten Exemplare.

Die Sculptur der Wände ist ganz wie bei *A. infundibulum,* aber erheblich feiner als bei *A. acutus,* wie eine Vergleichung der Taf. 10. Fig. 3 bei a und Taf. 8. Fig. 4 dargestellten Steinkerne leicht erkennen lässt. Die Oberfläche äusserer Abdrücke zeigt eine äusserst feine Granulirung, dem sehr engen Porennetz der Aussenwand entsprechend.

In einer unverwitterten quarzitischen Gesteinsschicht von Punta Pintau fanden sich zahlreiche Exemplare von *A. Ichnusae* und *A. concentricus* zusammengehäuft, bei welchen die Kalksubstanz mit ihrer zarten Struktur vollkommen erhalten ist. Leider gelingt es nicht, solche Körper ganz frei zu legen, da die Spitze bei einem solchen Versuche jedesmal abbricht und jeder Bruch durch die weichere Kalkmasse geht (Taf. 12. Fig. 1, Fig. 2 bei a).

Die feinere Struktur der Wände wird deutlich durch Dünnschliffe anschaulich, welche aus solchem Gesteine genommen sind. Die Querschnitte erscheinen als mehr oder minder regelmässige Ringe, schräge Schnitte mit verschiedener Ausbreitung je nach ihrer Lage zur Axe der Kelche (Taf. 13. Fig. 3, 4; Taf. 14. Fig. 5, 7 bei a, 10, 11 bei a). Die ringförmigen Kelchdurchschnitte, welche senkrecht zur Axe geführt sind, erscheinen mit um so breiterer Ringfläche, je flacher der Kelch oder je weiter sein Oeffnungswinkel ist. Nahe an der spitzen Basis durch kugelig gewölbte Kelche geführte Querschnitte zeigen breite Schnittflächen, welche bald die Aussenwand, bald die Innenwand tangiren und die Vermehrung der Radialsepta deutlich zur Anschauung bringen.

Flache Schnitte, welche das Gehäuse zwischen der Aussen- und Innenwand durchschneiden, zeigen deutlich die kräftigen Radialsepta, welche mit der Entfernung vom Anfangspunkte sich durch Einschiebung neuer, von der Aussenwand her beginnender Septa vermehren (Taf. 14. Fig. 7 bei a, Fig. 11 bei a, Fig. 12). Nur selten kommt eine Vermehrung der Septa durch Gabelung vor (Taf. 13. Fig. 4 bei d).

Die Septa sind im unteren Theile grösserer Kelche durch Anlagerung stark verdickt (Taf. 14. Fig. 6 bei b, Fig. 11 bei a), so dass hier alle Poren derselben, welche sonst die Verbindung zwischen den einzelnen Kammern vermitteln, geschlossen sind. Im oberen Theile erwachsener Kelche, sowie in kleinen Kelchanfängen sind dagegen die Septa zart und zeigen an einzelnen Stellen Unterbrechungen durch grössere Poren (Taf. 13. Fig. 3 und 4; Taf. 14. Fig. 4 bei c).

Die poröse Struktur der Aussenwand an dem unteren spitzen Ende eines Kelches ist an dem Dünnschliff Taf. 13. Fig. 4 bei d deutlich sichtbar, wo auf den Raum zwischen je zwei Radialsepten je sechs Reihen feiner Poren kommen. Die groben Poren der Innenwand, nahe in der Mitte eines Kelches, erscheinen dagegen an dem Dünnschliff Taf. 14. Fig. 11 bei a, sowie an dem inneren Ring von Fig. 7 bei a und in den Figuren 7 bei c, 8 und 9.

Bei der Betrachtung unter dem Mikroskop sieht man die Poren der Trichterwände an den meisten Dünnschliffen, jedoch gelingt es oftmals nicht, sie mit Hülfe der Photographie deutlich wiederzugeben, weil die milchige Färbung der Wandsubstanz und der Porenausfüllungen oft eine sehr gleichförmige Durchlässigkeit für die Lichtstrahlen besitzen.

A. concentricus Bornemann.

(Taf. 11. Fig. 1, 2, 3, Fig. 4 bei a, Fig. 5 bei a. Taf. 12. Fig. 2 bei b, Fig. 3.)

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 704.

Gehäuse auf kurzem rundem Stiel, tellerförmig oder flach schüsselförmig ausgebreitet, mit mehr oder weniger regelmässigen concentrischen Runzeln.

Die Zunahme der Zahl der Radialscheidewände geschieht durch allmähliche Einschiebung von der Aussenwand her, ohne dass dabei ein be-

stimmtes Zahlengesetz obwaltete. Von zwei parallelen Durchschnitten ein und desselben Kelches (Taf. 11. Fig. 4 bei a und Fig. 5 bei a), welcher inmitten eines Kelches von *Coscinocyathus cancellatus* liegt, zeigt der obere 77 Septa, von denen 15 die innere Wand noch nicht erreichen, der untere 40 Septa, davon 10 nicht bis zur Innenwand reichende. Die abgeschnittene Gesteinsplatte, aus welcher der Dünnschliff Taf. 11. Fig. 5 hergestellt wurde, zeigte bei 1,2 mm Dicke den Ring auf der anderen Seite — vor dem Abschleifen — mit nur 21 Septen, wovon 20 vollständige und eine beginnende Scheidewand, so dass bei der Höhenzunahme von wenig mehr als 1 mm 19 neue Septa hinzutreten.

Vorkommen: mit *A. Ichnusae* und anderen Archaeocyathus- und Coscinocyathusformen im Quarzitsandstein von Canalgrande.

Taf. 11. Fig. 1 zeigt einen Kelch von Innen mit aufgebrochenen ausgewitterten Kammern, Taf. 11. Fig. 2 einen verwitterten, Taf. 11. Fig. 3 einen wohlerhaltenen Kelch von unten. Diese Figuren sind in anderthalbfacher Grösse photographirt. Taf. 12. Fig. 2 und 3 sind in Naturgrösse gezeichnet, die Dünnschliffe Taf. 11. Fig. 4 und 5 in viermaliger Grösse photographirt.

A. umbrella Bornemann.

(Taf. 12. Fig. 4a, 4b, 4c. Taf. 14. Fig. 3 bei b, Fig. 4.)

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 704.

Gehäuse sehr flach schüsselförmig oder schirmförmig, ohne concentrische Runzeln oder radiale Falten. Die kurze Basis erscheint nur als eine kleine Warze oder stumpfer Buckel. Die Septa sind zart und schmal, die Entfernung zwischen der inneren und äusseren Kelchwand sehr gering. Die Septa sind zuweilen etwas wellenförmig, nach der Seite hin und hergebogen.

Vorkommen: im Sandsteine von Canalgrande (Punta Pintau).

Taf. 12. Fig. 4a zeigt ein verwittertes Exemplar in Naturgrösse von unten, Fig. 4b dasselbe von der Seite, Fig. 4c einen Theil der ersteren Ansicht in verdoppelter Grösse, um den Verlauf der Septa deutlicher darzustellen. Taf. 14. Fig. 3 bei b und 4 sind Photogramme verwitterter Exemplare, erstere in anderthalbfacher, letztere in doppelter Grösse.

A. bilobus Bornemann.

(Taf. 11. Fig. 8 bei d und e.)

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 704.

Gehäuse breit, trichterförmig, Seiten von der scharfen Spitze in concavem Bogen zum Rande verlaufend. Rand mit flacher ebener Ausbreitung. Grössere Exemplare meist mit zwei einander gegenüberstehenden Längsfalten, welche vom Rande bis zur Hälfte der Höhe herablaufen.

Strukturverhältnisse der Schale wie bei *A. Jchnusae.*

Vorkommen: mit *A. infundibulum* in gelbem Sandsteine von Punta Pintau bei Canalgrande.

Taf. 11. Fig. 8 stellt zwei ausgewitterte Kelche, einen grösseren (bei e) und einen kleineren (bei d) in anderthalbfacher Vergrösserung photographirt dar.

A. sinuosus Bornemann.

(Taf. 9. Fig. 1 bei q und w. Taf. 10. Fig. 1 bei x. Taf. 12. Fig. 5, Fig. 6a, 6b. Taf. 13. Fig. 1, 2, 5. Taf. 14. Fig. 1 bei e, Fig. 2 bei e, Fig. 11 bei b. Taf. 19. Fig. 5 bei d.)

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 704.

Gehäuse von geringer Dicke mit zarten Wänden, grosse sehr unregelmässig ausgebuchtete und gefaltete Kelche bildend. Stellung der Septa ziemlich unregelmässig in Bezug auf ihren gegenseitigen Abstand; oft sind sie krumm oder wellenförmig hin und hergebogen.

Vorkommen: im Sandsteine von Canalgrande und kalkhaltigen Gesteinen von Monte Sa Gloria mit anderen Archaeocyathus- und Coscinocyathusarten. Oft liegen die Kelche dicht gehäuft und in einander geschachtelt, so dass fast jeder Durchschnitt durch das Gestein und fast jeder Dünnschliff Theile mehrerer Individuen zur Anschauung bringt.

Taf. 9. Fig. 1 bei q und w und Taf. 10. Fig. 1 bei x zeigen verwitterte Stücke in natürlicher Grösse, ebenso Taf. 12. Fig. 5 ein fast herzförmiges Stück; Taf. 13. Fig. 1 ein mit Kalksubstanz wohlerhaltenes Exemplar, Taf. 13. Fig. 2 einen ausgewitterten Steinkern, beide in anderthalbfacher Vergrösserung photographirt. Taf. 14. Fig. 1 und 2 stellen in anderthalbfacher Vergrösserung zwei correspondirende Platten dar, deren eine den inneren, die andere den äusseren Abdruck eines grossen Kelchfragmentes enthält; an beiden hängen leistenförmige Fragmente der Fächerausfüllungen. Der Abdruck der inneren

Kelchwand zeigt deutlich die granulirte Oberfläche, den inneren Siebporen entsprechend. Der Abdruck der Aussenwand trägt feine, dem Verlaufe der Septen entsprechende Leistchen.

Die feinporöse Struktur der Aussenwand und die grossporige der Innenwand erscheinen sehr deutlich an einem flachgeführten Dünnschliff aus kalkigem Gesteine von Monte sa Gloria (Taf. 13. Fig. 5 bei c und d). Stellenweise erkennt man auf dieser Abbildung auch Lücken und Poren der Radialsepta. Die in dem Dünnschliffe enthaltenen Durchschnitte von Kelchtheilen gehören drei verschiedenen Individuen an, a und b gehören zusammen.

Angewitterte Flächen desselben Gesteins zeigen die Struktur der Wände oft sehr deutlich (Taf. 12. Fig. 6a und 6b). Die groben Poren der Innenwand erscheinen hier als zarte durchbohrte Wärzchen und die Septa als hervorstehende doppelte Lamellen. Diese Erscheinung ist bedingt durch eine sehr feine Incrustation des Kalkgerüstes, durch ein sehr dünnes Häutchen kieselerdehaltiger Substanz oder eine partielle Verkieselung. Auch die poröse Struktur der Aussenwand tritt in ähnlicher Weise plastisch hervor. Die Skizzen Fig. 6a und 6b sind in achtfacher Vergrösserung gezeichnet.

Bei der unregelmässigen und verschiedenartig gekrümmten Gestalt der Kelche von *A. sinuosus* zeigen die Durchschnittsebenen der Dünnschliffe die verschiedenartigsten Dimensionen und Winkel zwischen Septen und Trichterwänden (Taf. 14. Fig. 11 bei b. Taf. 19. Fig. 5 bei d).

Die Dünnschliffe sind in vierfacher Grösse photographirt.

A. planus Bornemann.

(Taf. 12. Fig. 7, Fig. 8a, 8b, 8c.)

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 704.

Dicke flache Ausbreitungen mit breiteren Septen als bei den im Vorhergehenden beschriebenen sardinischen Formen, welche einem grossen Hohlkörper von unbekannter Gestalt angehört haben.

Die Septa sind $2^1/_2$ mm breit und etwa $^1/_2$ mm von einander abstehend mit zerstreuten Poren, welche die Kammern mit einander verbinden.

Als Steinkerne im Sandsteine von Punta Pintau bei Canalgrande.

Taf. 12. Fig. 7 zeigt ein Stück in natürlicher Grösse; Taf. 12. Fig. 8a die Steinkerne der Kammern von der Aussenseite gesehen mit feinen Wärzchen

besetzt; Taf. 12. Fig. 8b den Steinkern einer Kammerausfüllung von der Seite gesehen, Taf. 12. Fig. 8c mehrere solche Steinkerne von der Innenseite gesehen und mit grösseren Papillen besetzt. Fig. 8a—c sind achtfach vergrössert.

A. spatiosus Bornemann.

(Taf. 15. Fig. 1 bei a.)

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 704.

Unregelmässige grosse Kelche mit weitläufigem Gerüstbau. Die Innenwand ist sehr stark verdickt und mit grossen Oeffnungen versehen, deren Durchmesser der Breite der Kammern fast gleichkommt. Die Aussenwand ist dünn und dicht mit feineren runden Poren besetzt, deren drei bis sechs auf den Zwischenraum zwischen je zwei Septen gehen. Septa unregelmässig von kleineren und grösseren Oeffnungen oder Lücken durchbrochen.

Vorkommen: im rothen Marmor von San Pietro bei Masua in Gesellschaft zahlreicher Coscinocyathusformen.

Das Photogramm Taf. 15. Fig. 1 stellt in vierfacher Vergrösserung einen Dünnschliff dar, in welchem die Hälfte eines Kelchdurchschnittes von *A. spatiosus* (bei a) neben einem Fragment von *Coscinocyathus Calathus* (bei b) liegt.

Coscinocyathus Bornemann.

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 704.

Gehäuse von sehr verschiedener Gestalt, cylindrisch-, trichter-, becher- oder schüsselförmig, unregelmässig bauchig oder gefaltet, innen hohl, aus einer fein porösen Aussenwand und einer von gröberen Poren siebartig durchlöcherten Innenwand bestehend, deren Zwischenraum durch radiale Scheidewände und durch regelmässige Quersepta in Fächer getheilt ist.

Durch das Hinzutreten dieser Querscheidewände, welche bei *Archaeocyathus* fehlen, und ihre verschiedenen Modificationen wird bei *Coscinocyathus* eine noch viel grössere Mannichfaltigkeit der Formen bedingt, als bei der vorigen Gattung. Ihre grössere oder geringere Breite, ihr relativer Abstand, ihre entweder mehr ebene oder mehr oder weniger stark gewölbte Gestalt sind ebenso viele, meist ziemlich constante Merkmale, welche, mit den übrigen morphologischen Elementen des Gehäuses combinirt, einen grossen Formenreichthum hervorbringen.

Die Coscinocyathuskelche sind theils freie Individuen mit spitzer Basis und bis in die Basis gleichbleibender Struktur, theils sind sie gestielt aus einer *Protopharetra* hervorgewachsen und im Grunde mit zelligem Fasergewebe erfüllt.

Die grosse Zartheit der Wände bei den Coscinocyathusformen, welche überall siebartig durchlöchert sind, aus Kalk bestehen und in Kalkgesteinen eingeschlossen sind, bedingt die Unmöglichkeit irgend eines Erhaltungszustandes, in welchem diese zierlichen und eleganten Organismen unmittelbar dem Beobachter zur übersichtlichen Anschauung kommen könnten.

Jeder Versuch einer mechanischen Trennung ist bei dem innigen Zusammenhange der inneren und äusseren Ausfüllungsmassen nutzlos und führt nur zur Zerstörung des gesuchten Objectes. Bei der Verwitterung der in Sandstein eingeschlossenen Kelche und Auflösung der aus Kalk bestehenden Wände zerfällt der Steinkern gewöhnlich in kleinere Würfel oder parallelopipedische Körper, welche den Hohlräumen der einzelnen Fächer entsprechen.

Chemische Mittel können auch nicht zur Isolirung der Kelche dienen, da ihre Substanz meist ebenso löslich oder leichter löslich ist, als das Nebengestein. Indessen wendet man mit Vortheil zur Erkennung der Formen eine oberflächliche Anätzung der Kalksteine durch verdünnte Salzsäure an, wobei die Oberfläche derselben glatt und durchscheinend wird und die Lage der Coscinocyathuskörper einigermaassen erkennen lässt.

Das genauere Studium derselben ist nur mit Hülfe der Steinschneidemaschine und Anfertigung paralleler Schnittreihen und grosser Dünnschliffe ausführbar, aus welchen man die Gestaltung und Struktur der Organismen allmählich klar stellt.

Coscinocyathusformen sind bisher nicht bekannt gewesen. Es gehört hierher von älteren Angaben nur das von Meneghini als *Stromatopora laminosa*[1]) beschriebene Stück von Cuccuru Contu, welches ohne Zweifel ein ausgewittertes Stück eines *Coscinocyathus* ist.

Ob unter den ungenügend bekannten Gattungen *Calathium* und *Trachium*, welche Billings[2]) aus dem Quebec Group beschreibt, oder den zweifelhaften

[1]) Menegh., Nuov. fossil., p. 12, Fig. 8a.

[2]) Billings Geolog. Surv. of Canada. Palaeoz. foss. I.

Receptaculitesarten Amerikas hierher gehörige Dinge sind, müssen weitere Nachforschungen lehren.

C. tuba Bornemann.

(Taf. 15, Fig. 2 bei a, b und c, Fig. 3 bei a. Taf. 22, Fig. 5 bei g, Fig. 6 bei i und k. Taf. 31, Fig. 1.)

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 704.

Gehäuse spitz, verkehrt kegelförmig. Innen- und Aussenwand einander sehr genähert, Querdurchschnitt schmal ringförmig mit weiterem inneren Hohlraum. Querscheidewände dünn, eben, weit von einander entfernt. Radialsepta zahlreich. Die durch die Kreuzung der Septa gebildeten Fächer sind von schmal parallelopipedischer Form.

Der auf Taf. 15. Fig. 2 bei a dargestellte Längsdurchschnitt zeigt bei 15 mm Länge einen Durchmesser von 4,5 mm am oberen, 3 mm am unteren Ende. Der Abstand zwischen der inneren und äusseren Trichterwand beträgt 0,5 mm, der Abstand zwischen den Quersepten 1,8 bis 2,8 mm.

An der feinporösen äusseren Trichterwand zählt man 13 Poren auf 1 mm Länge; von den gröberen Poren der inneren Wand gehen nur etwa 6 auf 1 mm. An den ringförmigen Querscheidewänden wurden keine Poren beobachtet.

An dem Querschnitt Taf. 15. Fig. 2 bei b beträgt der äussere Durchmesser des Ringes 6 mm, der innere 3,5 mm. Er enthält 50 Radialsepta, welche sämmtlich von der Aussenwand zur Innenwand reichen; dagegen zählt man an dem Querschnitt Taf. 15. Fig. 2 bei c bei einem inneren mittleren Durchmesser von 2,7 mm und einem äusseren von 5,5 mm nur 27 Radialsepta.

Die auf Taf. 22. Fig. 6 bei i und k dargestellten Querschnitte zeigen bei ähnlichen Verhältnissen 44—50 Radialsepta, Taf. 15. Fig. 3 bei e ist ein ähnlicher Querschnitt, Taf. 22. Fig. 5 bei g ein schräger Durchschnitt. Alle diese Abbildungen sind Photogramme in vierfacher Vergrösserung.

Taf. 31. Fig. 1 giebt eine schematische Darstellung der Septa und allgemeinen Formverhältnisse in etwa vierfacher Vergrösserung mit Hinweglassung der porösen Strukturen.

Vorkommen: Im rothen Marmor von San Pietro bei Masua.

C. cylindricus Bornemann.

(Taf. 24. Fig. 1 bei a, 2 bei a, Fig. 1 bei d, 2 bei d, 3 bei d, Fig. 1 bei h. Taf. 31, Fig. 3.)

Der Körper stellt eine cylindrische Röhre dar, deren Interparietalraum etwa eben so weit ist, als der Durchmesser des mittleren Hohlraums. Quersepta fast eben, stark verdickt. Fächer von parallelopipedischer Form vier bis fünfmal so lang als breit.

An dem nahezu centralen Längsschnitt Taf. 24. Fig. 2 bei d beträgt der äussere Durchmesser 5 mm, der innere 2 mm, der Abstand der Quersepta von einander ebenfalls 2 mm. Die schwachgewölbten, fast ebenen Quersepta sind 0,25 mm dick und von dicht zusammengedrängten feinen Poren durchsetzt, von denen etwa 12 auf 1 mm gehen. An den Quersepten ist der Körper etwas eingeschnürt, die Zwischenräume oder Glieder schwach nach aussen gewölbt.

Die Querschnitte Taf. 24. Fig. 1 bei a, 2 bei a, 1 bei h zeigen 30—33 vollständige von der Aussenwand nach der Innenwand verlaufende, sowie einige von der Aussenwand nur bis zur Hälfte hereinragende Radialsepta.

In tangentialen Längsschnitten erscheinen die Kammern als Fächer von 0,5 mm Breite und etwas über 2 mm Länge. (Taf. 24. Fig. 1 bei d, 3 bei d.)

Die Poren der inneren und äusseren Röhrenwand verhalten sich ähnlich wie bei *C. tuba*.

Taf. 31 giebt eine schematische Darstellung des Baues in vierfacher Grösse.

Vorkommen: Im rothen Marmor von San Pietro bei Masua.

C. elongatus Bornemann.

(Taf. 22. Fig. 1 bei d, 2 bei d, 3 bei d, Fig. 2 bei e, 3 bei e, 4 bei e; Taf. 24. Fig. 2 bei b, 3 bei b, 1 bei l, 2 bei l; Taf. 29. Fig. 5; Taf. 31. Fig. 2.)

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 704.

Gehäuse langgestreckt, verkehrt kegelförmig, gerade oder etwas gekrümmt. Grösse und Gestalt der Fächer wie bei *C. cylindricus*, Radialscheidewände zart, Quersepta dicker.

Taf. 22. Fig. 1 bei d, 2 bei d, 3 bei d sind drei parallele, nahezu in der Längsrichtung desselben Körpers liegende Schnitte, von denen der der Tangentialebene am nächsten liegende (1 bei d) die Kammern als regelmässige Rechtecke zeigt.

In den beiden anderen sind auch Theile der grobporigen Innenwand sichtbar. Die drei unter sich parallelen Durchschnitte Taf. 22. Fig. 2 bei e,

3 bei e, 4 bei e liegen schräg zur Axe. Die Durchschnitte Taf. 24. Fig. 2 bei b und 3 bei b, 1 bei l, 2 bei l gehören zwei verdrückten Exemplaren an. Taf. 29. Fig. 5 zeigt einen etwas schrägen Längsschnitt durch den unteren Theil eines bewurzelten Exemplars. Taf. 31. Fig. 2 die schematische Darstellung der Septa.

Sämmtliche Figuren sind vierfach vergrössert.

Vorkommen: Im rothen Marmor von San Pietro bei Masua.

C. cornucopiae Bornemann.

(Taf. 16. Fig. 1—4. Taf. 21. Fig. 3 bei b. Taf. 31. Fig. 4.)

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 704.

Gehäuse schlank dütenförmig, meist etwas gebogen. Abstand der Aussenwand von der Innenwand mit der Höhe des Kelches zunehmend von $1^1/_2$ bis 5 mm. Quersepta 1—1,5 mm von einander abstehend, in stark gewölbten Bogen von der Innenwand zur Aussenwand verlaufend. Die Radial- und Querscheidewände sind ebenso wie die Aussenwand gleichmässig von feinen Poren siebartig durchbrochen. Die innere Kelchwand trägt etwas gröbere Poren.

Taf. 16. Fig. 1 zeigt in Naturgrösse die Photographie eines der Länge nach aufgebrochenen und verwitterten Kelches in einem Kalksteinstück von Monte sa Gloria. Der untere Theil dieses Kelches erscheint vermöge der Krümmung desselben als Querschnitt. Diese Ansicht offenbart in sehr anschaulicher Weise den complicirten Bau, dessen einzelne Theile sich auch mit Hülfe der Loupe an der Photographie genauer verfolgen lassen.

Taf. 16. Fig. 4 zeigt einen etwas schräg zur Axe geführten, daher elliptischen Querschnitt mit 33 Radialsepten, von denen nur wenige die Innenwand nicht erreichen. Taf. 16. Fig. 2 giebt das gleich dem vorigen vierfach vergrösserte Bild eines grossen Dünnschliffes aus dem Kalkstein von Monte sa Gloria, in welchem ein in der Längenaxe durchschnittener Kelch (Fig. 2 bei a) mit mehreren Protopharetrakörpern (Fig. 2 bei c und d) und kleinen Kelchquerschnitten (bei b) zusammenliegt. Taf. 16. Fig. 3 zeigt bei stärkerer (zwölfmaliger) Vergrösserung einen Theil des Kelches Fig. 2 bei a, um die porösen Septa deutlicher zu veranschaulichen. Die Oeffnungen der Poren sind der Breite ihrer Zwischenräume ungefähr gleich. Taf. 21. Fig. 3 bei b zeigt einen schrägen Kelchdurchschnitt. Taf. 31. Fig. 4 das schematische Bild der Septa.

Vorkommen: Nicht selten im grauen Kalkstein von Monte sa Gloria, Canalgrande, Cuccuru Contu, im Schiefer bei Iglesias, im rothen Marmor von San Pietro bei Masua.

C. Dianthus Bornemann.

(Taf. 17. Fig. 1—7. Taf. 31. Fig. 5.)

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 704.

Gehäuse dick, kurz verkehrt kegelförmig, mit flach gewölbten Quersepten und zahlreichen Radialscheidewänden (über 70 im Durchschnitt, Taf. 17. Fig. 5), sonst im Bau der vorigen Art sehr ähnlich. Höhe und Breite der Fächer sind einander ziemlich gleich; dieselben erscheinen daher im Tangentialschnitt als Quadrate. Die sämmtlichen Scheidewände sind sehr zart und gitterförmig von Reihen alternirender Poren durchbrochen, deren Durchmesser grösser sind als ihre Zwischenräume.

Im centralen Längsschnitt erscheinen die Quersepta als flachgewölbte Linien, welche von der Aussenwand zur Innenwand regelmässig verlaufen und falls der Dünnschliff hinlänglich dünn ist, als Punktreihen erscheinen. (Taf. 17. Fig. 2.)

Rechtwinkelig zur Axe geführte Querschnitte (Taf. 17. Fig. 3 und 4) zeigen dagegen die Durchschnitte der Radialsepta ebenfalls stellenweise als Punktreihen; und da die gewölbten Quersepta in flacher Lage mit getroffen werden, so erscheinen sie als breitere Binden, welche an vielen Stellen ihre gitterförmige Struktur sehr schön erkennen lassen. (Taf. 17. Fig. 4—7.)

Gleichwie die schiefen Kegelschnitte dem Mathematiker eine reichere Ausbeute an Problemen darbieten, als die genau in der Axe oder senkrecht zu derselben gelegten Ebenen, so gewährt ein schräger Durchschnitt durch einen Coscinocyathuskelch auch bei Weitem mehr Einsicht in den Bau desselben, als die sonst für die Darstellung der Körper üblichen normalen Durchschnitte. Während der normale Durchschnitt, sei er horizontal oder vertical ausgeführt, immer nur eine Klasse von Septen klar zur Anschauung bringt, genügt ein schräger Durchschnitt oftmals, um den ganzen Bau klar zu legen.

So zeigt Taf. 17. Fig. 5 sowohl die Radialsepten, als die gewölbten Quersepten in ihren gegenseitigen Verhältnissen. Im obersten Theil des Schnittes erscheinen die Fächer, wie im tangentialen Längsschnitt als Quadrate; in der Queraxe sieht man die Quersepten als breite Bögen, im unteren Theile als zusammenhängende beiderseits ausgeschweifte Curven.

Der Verlauf der Septa zeigt hier und da Unregelmässigkeiten; die einzelnen Quersepta durchsetzen nicht immer gleichmässig den ganzen Kelch, sondern enden zuweilen plötzlich an einer Radialwand oder es findet eine Verschiebung und Alterniren im Zusammentreffen der verschiedenen Scheidewände statt. Manche Radialsepta erreichen auch nicht die Innenwand oder sie enden in den Fächern treppenartig an den Quersepten.

C. Dianthus findet sich bei Canalgrande in dunkelgrauen Kalksteinen mit wohlerhaltenen Septen, die Trichterwände sind aber meistens zerstört oder nur stückweise erhalten.

Taf. 17. Fig. 1 zeigt ein verwittertes Exemplar aus einer Sandsteinschicht, bei welchem die gebogenen Kammerausfüllungen dem Steinkern das Ansehen von Blumenblättern geben, einer gefüllten Nelke vergleichbar.

Die Abbildungen der Taf. 17 sind Photogramme, Fig. 1 in doppelter, Fig. 2—5 in vierfacher, Fig. 6 in zwanzigfacher und Fig. 7 in zwölffacher Vergrösserung, Taf. 31. Fig. 5 stellt in schematischer Weise die Stellung der Wände dar.

C. verticillus Bornemann.

(Taf. 15. Fig. 3 bei g und i. Taf. 22. Fig. 2 bei a, 3 bei a, 4 bei a und b, 5 bei a und b. Taf. 23. Fig. 1—5. Taf. 25. Fig. 3 bei m. Taf. 31. Fig. 6, 7.)

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 704.

Kelche kurz, verkehrt kegelförmig, entweder frei mit spitzer Basis oder mit cylindrischem Stiel festgewachsen, aus einem gegliederten Stamm mit Fasergewebe *(Protopharetra)* entsprossend. Stiel cylindrisch mit centralem Kanal, aussen fein canellirt.

Die Querscheidewände der Kelche sind einander genähert, in halbkreisförmiger Wölbung von der Innenwand zur Aussenwand verlaufend, zart und mit feinen Poren dicht besetzt. Der Zwischenraum zwischen der inneren und äusseren Kelchwand erweitert sich rasch von der Basis nach oben und zeigt an den Nähten der Querscheidenwände zuweilen schwache Einschnürungen. Kelchrand oben dick und abgerundet.

Die Kelche ähneln denen von *C. Dianthus,* sind aber in allen Theilen und Dimensionen viel kleiner. Ihr äusserer Durchmesser beträgt am oberen Ende ca. 10 mm oder etwas mehr, bei 12—15 mm Höhe und 0,66 mm Abstand der Quersepta von einander. Die Trichterwände stehen unten ca.

1,5 mm, oben etwa 3 mm aus einander. Im Tangentialschnitt erscheinen die von den Septen gebildeten Fächer als regelmässige Quadrate von ca. 0,66 mm Seitenlänge. (Taf. 23. Fig. 3 bei b.) Im centralen Längsschnitt (ib. Fig. 1 bei b) sind nur die gewölbten Quersepten sichtbar, während ein in der Mitte zwischen beiden Ebenen liegender Längsschnitt (Taf. 22. Fig. 2 bei b) die beiden Septenarten in etwas anderer Weise zur Ansicht bringt.

Am oberen Ende des Kelches ragen die Radialsepta als feine Lamellen zuweilen ein wenig über die Fläche der obersten Querwand hervor (Taf. 23. Fig. 3 bei b), welche Erscheinung indessen durch Abbrechen der obersten Kammer veranlasst sein kann.

Der auf Taf. 23. Fig. 4 bei c im Längsschnitt dargestellte kegelförmige Kelch lief unten in eine regelmässige Spitze aus, wie aus den davon rechtwinkelig abgeschnittenen Querschnitten der Spitze Taf. 23. Fig. 3 bei c, 2 bei c und 1 bei c deutlich hervorgeht. Die radialen Septa vermehren sich durch Einschiebung von der Aussenwand her; bei Taf. 23. Fig. 1 bei c zählt man 11 bei einem Durchmesser von 1,8 mm, während die beiden anderen Querschnitte schon verhältnissmässig zahlreichere Septa aufweisen.

Der Querschnitt Taf. 23. Fig. 5 bei b, welcher von der Basis des Kelches Taf. 23. Fig. 1 bei b quer zur Ebene der unter sich parallelen Dünnschliffe Fig. 1, 2, 3 abgeschnitten ist, zeigt dagegen bei einem Durchmesser von 4,5 mm etwa 22 nicht sehr deutliche Radialsepta und einen inneren Hohlraum von 1,5 mm. Sein Aussenrand ist fein gezähnelt, einer Längsstreifung des Stieles entsprechend, in welchen dieser Kelch an der Basis überging.

Ein ebensolcher cylindrischer Stiel mit nach aussen feingestreifter Aussenseite und centralem Kanal ist in vier parallelen Dünnschliffen (Taf. 22. Fig. 2 bei a, 3 bei a, 4 bei a, 5 bei a) neben Coscinocyathuskelchen (Taf. 22. Fig. 4 bei b, 5 bei b) sichtbar, besass also eine ziemlich erhebliche Länge bei gleichbleibender Dicke. Die Struktur dieser Durchschnitte zeigt zellig-faseriges Protopharetragewebe, in dem sich allmähliche Uebergänge zu radialen und transversalen Septen wahrnehmen lassen.

Dieselbe Struktur zeigt ein ästiger, gegliederter Stamm, welcher in drei parallelen Längsdurchschnitten auf denselben Photogrammen (Taf. 23. Fig. 1 bei a, 2 bei a, 3 bei a) und einem Querschnitte (ibid. Fig. 4 bei a) dargestellt ist.

Die sehr eigenthümliche Gliederung des Hauptstammes, welche namentlich in Taf. 23. Fig. 2a deutlich hervortritt, erinnert mit ihren ausgeschweiften Rändern an chinesische Architekturformen. Das centrale Lumen erscheint sowohl im Hauptstamm, als in den Aesten von einer porösen Wand umgeben und von einzelnen Querscheidewänden durchsetzt.

Das innige Zusammenvorkommen dieser Körper und die beobachteten Strukturübergänge lassen keinen Zweifel an der Zusammengehörigkeit derselben mit den Kelchen von *C. verticillus*, als deren vegetative Entwickelungsformen oder Ammen sie zu betrachten sind.

Vorkommen: Im rothen Marmor von San Pietro bei Masua, im grauen Kalkstein von Cuccuru Contu.

Die hierher gehörigen Dünnschliffe, von denen noch Taf. 15. Fig. 3 mit einem Stammdurchschnitt (g) und einem Kelchfragment (i) und Taf. 25. Fig. 3 ein Kelchfragment (m), im grauen Kalk enthaltend, zu erwähnen sind, wurden sämmtlich in vierfacher Grösse photographirt. Eine schematische Skizze der Septalverhältnisse ist auf Taf. 31. Fig. 6 und 7 dargestellt.

C. tener Bornemann.

(Taf. 18. Fig. 1—3. Taf. 31. Fig. 8.)

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 704.

Das vorliegende Stück ist nur unvollständig erhalten. Es stellt eine etwa 80 mm lange, 25—30 mm dicke Röhre dar, welche von einem zierlichen Gerüste sehr zarter Lamellen gebildet ist.

Der Durchmesser des inneren Hohlraumes beträgt ungefähr 15 mm, die Entfernung zwischen der inneren und äusseren Röhrenwand 4—5 mm.

Radialsepta zahlreich, sich in der Regel durch Einschiebung von der Aussenwand her, zuweilen auch durch Gabelung von der Innenwand kommender Septa vermehrend. Quersepta wenig gewölbt, meist weit von einander entfernt, so dass die Fächer mehrmals länger als breit sind. Der Verlauf der Quersepta ist stellenweise sehr unregelmässig, oft an den Längssepten absetzend und alternirend. Sämmtliche Wände sind siebartig durchbohrt, die Innenwand mit etwas gröberen Poren, als die übrigen.

Die innere Höhlung des Stückes ist theilweise von Kalkspath, theilweise durch rothbraune Gesteinsmasse erfüllt, in welcher man ähnliche Kalk-

faserbildungen bemerkt, wie diejenigen, welche oben bei Gelegenheit der Beschreibung des *Archaeocyathus marianus* näher besprochen wurden. (Pag. 45.)

Vorkommen: Im rothen Marmor von San Pietro bei Masua.

Die Photogramme Taf. 18. Fig. 1—3, von denen Fig. 3 einen Querschnitt, Fig. 1 und 2 zwei einander parallele Durchschnitte darstellen, sind vierfach vergrössert. Taf. 31. Fig. 8 ist eine schematische Skizze der Septenstellung.

C. anthemis Bornemann.

(Taf. 21. Fig. 1. [? Taf. 24. Fig. 1 bei e, Fig. 2 bei e, f, g, Fig. 4, 5?] Taf. 31. Fig. 9.)

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 704.

Gehäuse kurz, verkehrt kegelförmig mit weitläufigem Gerüstbau und groben Poren in den Septen. Quersepta von einander entfernt stehend, Fächer mehrfach länger als breit. Septa oft unregelmässig zusammenstossend.

Ein auf Taf. 21. Fig. 1 dargestellter Kelchdurchschnitt zeigt ungefähr 46 Radialsepta.

Er stammt aus dem grauen, mit Schiefer durchwachsenen Kalkstein von Cuccuru Contu.

Ein ähnliches weitläufiges Gerüste mit grob durchbohrten Scheidewänden aus dem rothen Marmor von San Pietro bei Masua ist in den Dünnschliffen Taf. 24. Fig. 1 und 2 bei e, f, g sichtbar und mag als fraglich mit *C. anthemis* bezeichnet werden; die stellenweise sehr deutliche Struktur der inneren und äusseren Kelchwand ist in Fig. 4 und 5 in stärkerer (zwölfmaliger) Vergrösserung dargestellt.

C. corbicula Bornemann.

(Taf. 18. Fig. 4. Taf. 19. Fig. 1 bei a, Fig. 2. Taf. 20. Fig. 9. Taf. 21. Fig. 2, Fig. 3 bei a u. c. Taf. 22. Fig. 5 bei f. Taf. 31. Fig. 11.

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 704.

Gehäuse flach trichter- oder umgekehrt kegelförmig, mit langen, parallelopipedischen Zellen. Aussenwand und Septa dünn, mit sehr feinem und dichtem Porennetz. Innenwand mit grösseren Poren, deren nur eine oder zwei Reihen zwischen je zwei Radialsepten stehen.

Die Innenseite des Kelches ist in ihrem unteren Theile mit eigenthümlich gestalteten eckigen Kalkkörperchen bekleidet (Taf. 21. Fig. 2 bei d) und

die Zwischenräume zwischen den Poren der einzelnen Porenreihen der Innenwand sind mit hervorragenden Zähnchen besetzt.

An der Aussenwand beobachtet man zuweilen Leistchen, welche eine Fortsetzung der Radialsepta nach aussen darstellen (Taf. 18. Fig. 4 bei a) oder es sind vielmehr verdickte Linien oder Rippen der Aussenwand, an welche sich nach inwärts die radialen Septa ansetzen. Taf. 18. Fig. 4 bei b ist ein flacher Durchschnitt, welcher von der Mitte ausstrahlende Radialsepta und einen Theil der porösen Innenwand darstellt. Diese Exemplare stammen aus dem grauen Kalkstein von Cuccuru Contu.

In kalkhaltigem Sandstein von Monte sa Gloria und Punta Pintau finden sich Kelche von *C. corbicula* mit Archaeocyathuskelchen und Protopharetrakörpern zusammenliegend; Taf. 19. Fig. 1 zeigt die Photographie einer angewitterten Gesteinsfläche in doppelter Grösse mit einem Theil eines solchen Kelches mit frei hervorstehenden radialen und transversalen Lamellen. Dieselben haben in Folge einer kieselhaltigen Incrustration, welche die feinere Struktur zerstörte, eine grössere Widerstandsfähigkeit gegen die Verwitterung erhalten. Taf. 19. Fig. 2 stellt den Dünnschliff eines ähnlichen Kelchstückes aus dem von Archaeocyathuskelchen erfüllten Sandstein von Punta Pintau bei Canalgrande dar. Taf. 20. Fig. 9 zeigt einen verwitterten Kelch aus dem Sandstein von Punta Pintau in anderthalbfacher Vergrösserung.

Ganz denselben Bau zeigen Kelche im rothen Marmor von San Pietro bei Masua, wie an dem Dünnschliff Taf. 22. Fig. 5 bei f deutlich zu erkennen ist. An dem flachen Durchschnitt der sich durch Einschiebung vermehrenden Radialsepten ist hier auch ein Theil der porösen Innenwand blossgelegt.

Taf. 31. Fig. 11 zeigt einen halben Kelch mit schematischer Darstellung der Septa.

C. cancellatus Bornemann.

(Taf. 11. Fig. 4 bei c, 5 bei c. Taf. 19. Fig. 3, 4, Fig. 5 bei e. Taf. 20. Fig. 1 [Taf. 20. ? Fig. 2 bei a und b], Fig. 4, 5, 6, 7, 8. Taf. 31. Fig. 15.)

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 704.

Sehr unregelmässig bauchige, ausgebuchtete oder grobgefaltete Gestalten mit einander sehr genäherter Aussen- und Innenwand. Fächer klein, nahezu cubisch. In flachen Durchschnitten erscheinen sie als quadratisches Netz (Taf. 19. Fig. 3, 4, 5 bei e, vierfach vergrössert). Die Septa sind im unteren

Theil grösserer Kelche verdickt, die Poren durch Anlagerung geschlossen (Taf. 19. Fig. 3); im oberen Theil dünn und mit offenen, feinen Poren (Taf. 19. Fig. 4). Taf. 20. Fig. 1 zeigt ein solches Zellennetz, welches beim Anschleifen eines Sandsteinstückes blossgelegt wurde, bei auffallendem Lichte in doppelter Grösse.

An verwitterten Flächen des Kalksteins von Monte sa Gloria erscheinen die Durchschnitte von *C. cancellatus* bald als geschlossene oder offene, in mannichfaltige Curven gebogene schmälere oder breitere Streifen, je nach der Richtung der Durchschnittsebene, an denen bald nur die eine oder die andere Klasse von Scheidewänden, bald die von beiden gebildeten Quadrate oder Rhomben sichtbar sind. Taf. 20. Fig. 4—7 stellen solche Durchschnitte in natürlicher Grösse photographirt dar. Taf. 20. Fig. 8 zeigt einen verwitterten Kelch, an welchem die Ausfüllungsmasse der Fächer in kleine würfelförmige Steinkerne zerfällt.

Auch im rothen Marmor von San Pietro bei Masua finden sich ähnliche grosse Kelche, welche sich indessen meist durch grössere Zellen unterscheiden (Taf. 20. Fig. 2 bei a und b) und deshalb nur fraglich hierher gestellt sind. Die Abbildung zeigt in natürlicher Grösse die angewitterte Oberfläche eines Handstücks, auf welcher die Durchschnitte von zwei grossen bauchigen Kelchen neben einem gestreiften Stiel mit Protopharetrastruktur und zahlreiche kleine Durchschnitte mit Radialsepten versehener embryonaler Kelche sichtbar sind.

C. cancellatus findet sich oft gesellschaftlich mit Archaeocyathuskelchen zusammengeschachtelt im Sandstein von Canalgrande. So zeigen die Dünnschliffe Taf. 11. Fig. 4 und 5 einen Archaeocyathuskelch (a) in einem solchen von *Coscinocyathus cancellatus* (c) eingeschlossen.

Taf. 31. Fig. 15 zeigt den Bau eines Kelches von *C. cancellatus* in schematischer Darstellung.

C. campanula Bornemann.

(Taf. 21. Fig. 4. Taf. 31. Fig. 10.)

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 704.

Gehäuse glockenförmig, mit zarten Septen und beinahe cubischen Zellen. Quersepta fast eben.

Taf. 21. Fig. 4 giebt das Photogramm eines Längsschnittes in vierfacher Grösse. Taf. 31. Fig. 10 die schematische Darstellung des Gerüstes.

Vorkommen: Im grauen Kalkstein von Cuccuru Contu.

C. vesica Bornemann.

(Taf. 20. Fig. 3. Taf. 31. Fig. 14.)

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 705.

Körper blasenförmig, unregelmässig mit verengter Mündung. Abstand zwischen Innenwand und Aussenwand gering, etwa 2 mm. Abstand der schwachgewölbten Quersepta von einander etwa ebenso weit. Radialsepta dicht zusammengedrängt. Die Fächer erscheinen im Tangentialschnitt des Gehäuses schmal rechteckig.

Taf. 20. Fig. 3 zeigt einen Längsdurchschnitt in natürlicher Grösse. Taf. 31. Fig. 14 eine ergänzte schematische Darstellung.

Die Netzporen der Septa sind äusserst fein, bei den Radialsepten wenig bemerkbar.

An mehreren Dünnschliffen zeigte die innere, von rothem Kalk gebildete Ausfüllungsmasse ebensolche gekrümmte und anastomosirende weisse Kalkfasern in ihrem Innern, wie solche bei *Archaeocyathus marianus* beschrieben und auch bei anderen Kelchen beobachtet wurden.

Vorkommen: Im rothen Marmor von San Pietro bei Masua.

C. Proteus Bornemann.

(Taf. 15. Fig. 3 bei k und l. Taf. 22. Fig. 1 bei c, 2 bei c, 3 bei c, 4 bei c, 5 bei c, Fig. 5 bei h ? Taf. 24. Fig. 1 bei c, 2 bei c, Fig. 1 bei k, Fig. 3 bei i. Taf. 31. Fig. 12.

Gehäuse lang trichterförmig, an der Basis mit dichter Aussenwand im unteren Theil, innen mit unregelmässig zelligem Gerüste erfüllt, nach oben mit regelmässigen Radial- und Quersepten und innen hohl. Die von den Septen gebildeten Fächer im oberen Theil des Kelches erscheinen im Tangentialschnitt als Rechtecke von etwa doppelter Höhe.

Dieses merkwürdige Fossil, welches den Uebergang aus dem vegetativen Gewebe *(Protopharetra)* in den Coscinocyathuskelch zeigt, fand sich beim Durchschneiden eines Stückes von rothem Marmor von San Pietro und wurde durch eine parallele Schnittreihe von fünf schräg zur Axe liegenden Dünnschliffen blossgelegt, deren vierfach vergrösserte Photogramme auf Taf. 22. Fig. 1 bei c bis 5 bei c dargestellt sind. Fig. 1 bei c zeigt das untere Ende mit seiner sehr dicken, nicht durchbohrten Aussenwand von stielrunden Wurzelfasern umgeben, welche ein enges Lumen haben.

Der innere Raum ist von blasigem und faserigem Zellgewebe angefüllt, in welchem stärkere Fasern sich zu einer inneren, von groben Poren durchlöcherten Röhrenwand vereinigen, innerhalb welcher der Raum ebenfalls mit zartem kalkigem Gerüste ausgefüllt ist.

In den folgenden Schnitten Fig. 2 bei c und Fig. 3 bei c beobachtet man dieselben Erscheinungen, aber die Aussenwand nimmt nach oben an Dicke ab und in Fig. 3 bei c treten oben die Radialsepta deutlich hervor; die innere Röhrenwand zeigt ihre grobporöse Struktur, unten im Querschnitt, oben im flachen Durchschnitt. Bei Fig. 4 bei c enthält der untere Theil noch Fasergewebe, während der obere Theil des Kelches in der Mitte hohl ist. Hier und in dem Durchschnitt Fig. 5 bei c, welcher das obere Ende darstellt, besteht der Kelch aus den Elementen des echten Coscinocyathuskelches, d. i. den porösen Trichterwänden, deren Zwischenraum nur von radialen und transversalen Septen in Fächer getheilt ist.

Die poröse Struktur der Wände ist wegen des stellenweise krystallinischen Zustandes der Masse oft undeutlich, aber doch an vielen Stellen recht gut erkennbar. Beide Arten von Siebporen der Trichterwände sind verhältnissmässig gröber als bei anderen Arten. Die Poren der Septa sind wenig deutlich, aber doch unter dem Mikroskop bestimmt erkennbar.

C. Proteus zeigt in klarster Weise den Uebergang der Strukturformen, welche in einem festgewachsenen bewurzelten Coscinocyathuskelche von der Basis an bis zu seinem oberen Kelchrande stattfinden, und welche mit den bei den canadischen Archaeocyathusarten beobachteten Erscheinungen ganz analog sind. Die Bedeutung dieses Strukturwechsels neben dem andererseits häufigen Vorkommen embryonaler freier Kelche mit vollkommener Radialstruktur führt nothwendig zur Annahme des schon oben besprochenen Generationswechsels bei diesen Organismen.

Zu *C. Proteus* sind auch einige der sehr verschiedenartigen Durchschnitte zu rechnen, welche der Taf. 15. Fig. 3 dargestellte Dünnschliff enthält, so namentlich die Fragmente bei k und l.

Taf. 22. Fig. 5 bei h ist der Querschnitt irgend eines Stiels oder Basalstücks. Auch Taf. 24. Fig. 1 bei c, 2 bei c, 1 bei k und 3 bei i zeigen ähnliche Formen.

Taf. 31. Fig. 12 giebt eine ideale Darstellung des zum Theil aufgeschnittenen Kelches.

C. Pandora Bornemann.

(Taf. 25. Fig. 1 bei a, 2, 3 bei p und s. Taf. 27. Fig. 2 bei e. Taf. 31. Fig. 16.)

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 705.

Gehäuse becherförmig, zuweilen etwas unregelmässig. Radialsepta gegen die Aussenwand hin plötzlich stark verdickt. Fächer im Tangentialschnitt rechteckig, etwa doppelt so hoch als breit. (Taf. 31. Fig. 16, schematische Darstellung.)

An der angewitterten Fläche eines Handstückes von hellgelblichem Kalkstein von Cuccuru Contu, welche Taf. 25. Fig. 1 in natürlicher Grösse photographisch dargestellt ist, sieht man neben mehreren Durchschnitten von *C. Calathus* das untere Ende eines Kelches von *C. Pandora*, dessen innerer Steinkern eine körnige Oberflächensculptur mit Abdrücken eines inneren Fasergerüstes zeigt. Die ziemlich breiten radialen Fächer vermehren sich nach oben durch Einschiebung neuer Septen und sind von Quersepten in Fächer getheilt.

Behufs näherer Untersuchung des Kelches wurde das ganze Stück parallel zu der in Fig. 1 gegebenen Ansicht und in etwa 11 mm Abstand von dem Kelchende (bei a) durchschnitten.

Der Durchschnitt, dessen Ebene zur Axe des Kelches etwa in einem Winkel von 45 ° liegt, ist als Dünnschliff in Fig. 2 vierfach vergrössert dargestellt und zeigt sehr vollkommene Strukturerhaltung.

Der Zwischenraum zwischen der äusseren und inneren Kelchwand ist ziemlich weit, die Radialsepta sind gegen die Aussenwand hin durch Kalkanlagerung stark keilförmig verdickt (Taf. 25. Fig. 2 bei p, 3 bei p). (In Taf. 25. Fig. 3 bei s erscheinen die Verdickungen an der concaven Seite in Folge einer einwärts gehenden Faltung des Kelches.)

Die innere Kelchwand ist ebenfalls kräftig entwickelt und zwischen den grossen Poren durch wulstige Anschwellungen verstärkt.

Am unteren Theil des Kelches waren die Poren der Trichterwände durch Kalkanlagerung geschlossen, während die Fächer unter einander durch dichtgedrängt stehende Poren der Septa mit einander in Verbindung standen.

Der innere Hohlraum ist ganz erfüllt von kleinen organischen Körpern, welche zum Theil ohne Zweifel in organischer Beziehung zu dem Mutterkelch gestanden haben, zum Theil fremde Körper sind, welche zufällig oder zur Ernährung in den Kelch hineingezogen worden sind.

Zu unterst im inneren Hohlraum und sich an den Wänden ein wenig hinaufziehend, liegt eine Anhäufung rundlicher Kalkklümpchen von trübweisser Farbe, von der gelb gefärbten Substanz des Nebengesteins umgeben. Anders gestaltete Körper fehlen in dieser Zone.

Wahrscheinlich haben diese Kalkkörper eine ähnliche Bedeutung, wie die oben bei *Archaeocyathus marianus* und anderen Gelegenheiten erwähnten Kalkfasern, und sind als die versteinerten Weichtheile des Organismus zu betrachten, die im Leben vielleicht die schönsten Formen und Farben entwickelten, beim Absterben aber nur in Gestalt formloser Klümpchen einen Rest ihres Daseins hinterlassen konnten.

Oberhalb dieser Zone ist der Becher ganz erfüllt von einem mannichfaltigen Formengemenge. Zahlreiche embryonale Kelche zeigen sich als Durchschnitte vom kleinsten Sternchen an bis zu grösseren Ringen (Taf. 25. Fig. 2 bei a, b, c, d), daneben kugelige und ovale Zellen (e, f) und eigenthümliche Gruppen gerundeter oder mit abgehenden Fortsätzen versehene Zellen (g, h, i), ferner Bruchstücke anderer Archaeocyathinenkelche, eckige, aus Zellen bestehende Körper (k, l), welche an Radiolarien erinnern, und zahlreiche dünne Schalenreste, welche von kleinen Trilobiten herrühren.

Neben dem Kelche liegen Kalkkörper mit dichter Aussenwand, welche im Innern das Fasergewebe der *Protopharetra* enthalten. (Taf. 25. Fig. 2 bei n.)

An der Aussenseite desselben Kelches befand sich auch das als Alge betrachtete und oben als Epiphyton beschriebene Fossil. (Taf. 1. Fig. 9 und 10.)

C. calathus Bornemann.

(Taf. 25. Fg. 1 bei b, Fg. 3 beir. Taf. 26. Fg. 1, 2. Taf. 27. Fg. 1 beia, 3 beia, 4 beia. Taf. 31. Fg. 13.)

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 705.

Das Gehäuse hat becherförmige oder bauchige, zuweilen unregelmässig ausgebuchtete Gestalt, auch kommen mit einander verwachsene Exemplare vor. Zwischenraum zwischen Innen- und Aussenwand eng, Radialsepta dicht zusammengedrängt, ohne Verdickungen; Quersepta entferntstehend, beide gleichmässig dünn. Zellen im Tangentialschnitt schmal rechteckig. (Taf. 31. Fig. 13, schematische Darstellung.)

Vorkommen: Im rothen Marmor von San Pietro, im grauen Kalk von Cuccuru Contu.

Taf. 25. Fig. 1 zeigt in natürlicher Grösse mehrere Kelchdurchschnitte (bei b, b, b). Demselben Handstück sind die auf Taf. 25. Fig. 3,

Taf. 26. Fig. 1—3, Taf. 27. Fig. 1—4 in vierfacher Vergrösserung photographisch wiedergegebenen Dünnschliffe entnommen.

Taf. 26. Fig. 1 und 2 sind zwei parallele Längsschnitte, welche die Septa und Kammern eines grossen Kelches in verschiedenen Lagen der Durchschnittsrichtungen zur Anschauung bringen. Taf. 27. Fig. 1 bei a zeigt in tangentialem Durchschnitt die Fächer nebst der porösen Innenwand; Taf. 27. Fig. 3 bei a und Fig. 4 bei a Querschnitte durch einen Theil des Gehäuses.

In der grossen Höhlung des Bechers liegen zahlreiche Protopharetrakörper in verschiedenen Entwickelungsstadien (Taf. 26. Fig. 1 bei a, Fig. 2 bei a und b), der letztere Wurzeln treibend. Aehnliche Körper zeigen die anderen Dünnschliffe aus demselben Stück. Taf. 26. Fig. 3 mit sehr deutlicher Erhaltung der dichten Aussenwand, des schon entwickelten porösen Centralschlauches und mit einer Wurzelfaser im Längsschnitt; Taf. 27. Fig. 2 bei c einen von Wurzelfasern umgebenen Stamm im Längsschnitt. Taf. 27. Fig. 2 bei d ein ähnliches Gebilde im Querschnitt.

Innerhalb des Kelches erscheinen im unteren Theile jene eigenthümlichen Kalkfasern (Taf. 27. Fig. 3 bei i und Fig. 4 bei i), wie solche auch bei anderen Kelchen beobachtet und schon früher erwähnt wurden.

Diese krummen, vielfach anastomosirenden und namentlich an den Vereinigungsstellen verdickten Fasern bilden ein schwammartiges Gewebe mit ziemlich gleichmässigen Zwischenräumen, welches sich durch seine durchscheinende Kalksubstanz von der dunkleren Grundmasse deutlich abhebt.

Im oberen Theil des Kelches und ausserhalb desselben zeigen die Präparate die verschiedenartigsten organischen Reste. Mit Kalkspath und anderen Mineraltheilen vermengt, liegen zahlreiche Durchschnitte embryonaler Kelchanfänge vom kleinsten, kaum 1 mm im Durchmesser haltenden Sternchen an (Taf. 27. Fig. 1 bei g, g), grössere Kelchdurchschnitte anderer Art (Fig. 2 bei e), Durchschnitte von Wurzelfasern, Zellengruppen und Protopharetrakörpern mit dichter Aussenwand (Fig. 3 bei h und k) regellos durcheinander.

Anthomorpha Bornemann.

Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 705.

Kelche kegelförmig, mit kräftigen radialen Scheidewänden, zwischen welchen unregelmässige schwächere, in verschiedenen Richtungen zur Axe liegende Wände auftreten. Der centrale Raum ist im unteren Theil des

Kelches von cylindrischen kurzen Zellen eingenommen, welche durch Querplatten von einander getrennt sind. Der obere Theil des Kelches ist in der Mitte hohl und von zarteren regelmässigeren Radial- und Quersepten gebildet.

Diese Formen, bei welchen keine siebartige Durchlöcherung der Wände wahrgenommen wurde, bilden einen deutlichen Uebergang zu den Anthozoen, zu denen sie in naher Verwandtschaft stehen.

Es lehrt aber die Beobachtung der Entwickelung der zahlreichen zusammen vorkommenden Formen, dass bei *Anthomorpha* in ähnlicher Weise, wie bei *Archaeocyathus* und *Coscinocyathus* ein Hervorsprossen der Kelche aus einem anders gearteten Gebilde stattfand, welches der *Protopharetra* ganz analog war. Andererseits legt das innige Zusammenvorkommen mit innen hohlen Kelchen, die im Bau ganz dem *Coscinocyathus* ähnlich sind, die Vermuthung nahe, dass der für *Anthomorpha* angenommene Typus nur eine Zwischenstufe einer complicirteren Entwickelungsreihe darstelle.

A. margarita Bornemann.

(Taf. 27. Fig. 1 f. Taf. 28. Fig. 1—6. Taf. 29. Fig. 1—3.)

Cyathophyllum margarita Menegh. mscr.

Anthomorpha margarita Bornem., Geol. Zeitschr. 1884, p. 705.

Die angewitterte Oberfläche eines Stückes von grauem Kalkstein von Cuccuru Contu zeigt Durchschnitte kleinerer und grösserer Kelche, deren Mitte mit kleinen runden Wärzchen besetzt, der übrige peripherische Theil aber von Radialsepten eingenommen ist. Zwischen diesen treten dünne Verbindungslamellen auf.

Das Ansehen eines solchen Durchschnittes (Taf. 28. Fig. 2, in vierfacher Grösse) erinnert an Abbildungen von Grewingkia Dyb.[1])

Neben jenen Kelchen liegen Durchschnitte innen hohler Kelche, deren einer in Taf. 28. Fig. 3 dargestellt ist, und sowohl radiale als transversale Septa zeigt. Die Leisten erscheinen hier zum Theil als concentrische Linien, von welchen die Radialsepta durchschnitten und an welchen ihre Abschnitte oft gegen einander verschoben sind.

Zur näheren Untersuchung wurde das ganze Kalksteinstück parallel zur angewitterten Fläche und in etwa 1 cm Abstand von derselben [der Fläche von Fig. 2] durchschnitten und ein Dünnschliff von dieser Fläche genommen, welcher in Fig. 1 als viermal vergrössertes Photogramm dargestellt ist.

[1]) Dybowski, Monogr. d. Zoontharia sclerodermata rugosa I., p. 128.

Der in das Stück hineinragende Kelch Fig. 2 bei a ist hier nahe an seinem oberen Ende Fig. 1 bei a getroffen und erscheint innen hohl. Die meist kräftigen, undurchbohrten Septa vermehren sich durch Einschiebung von der Aussenwand her und sind durch unregelmässige, meist gegen aussen gewölbte Querplatten verbunden. Stellenweise fehlen diese Querplatten, die Radialsepta werden dann sehr dünn und gleichen denen mancher Coscinocyathusdurchschnitte, von denen sie sich aber durch die fehlenden Siebporen unterscheiden.

Zahlreiche kleinere Kelchdurchschnitte zeigen den mit cylindrischen Zellen angefüllten centralen Theil und eine noch geringe Anzahl von Sternleisten. (Taf. 28. Fig 1 bei b, b.) Einen ebensolchen Durchschnitt sieht man auch auf Taf. 27. Fig. 1 bei f. Noch kleinere kreisförmige Durchschnitte liegen inmitten eines lockeren schwammartigen Gewebes, welches eine geschlossene Aussenwand hat und von Wurzelfasern umgeben ist. (Taf. 28. Fig. 1 bei e und f.)

Aus dem zwischen den Durchschnittsebenen Taf. 28. Fig. 1 bei a und Fig. 2 bei a des Hauptkelches liegenden Stück wurden drei unter einander parallele Längsschnitte (Taf. 28. Fig. 4—6) herausgeschnitten, von denen Fig. 4 und 5 links die Kelchhöhlung mit anliegendem engeren Zellgewebe, rechts die verticalen Durchschnittslinien der verticalen Leisten und kurzer horizontaler Platten zeigen, durch welche der Körper in kleine Zellen getheilt ist. Der Längsschnitt (Taf. 28. Fig. 6) liegt ganz innerhalb der aus Sternleisten und Querplatten gebildeten Seite des Körpers.

Taf. 28. Fig. 1 bei g ist ein Querschnitt aus dem erweiterten oberen Theil des Kelches, von welchem Fig. 3 einen tiefer liegenden Durchschnitt darstellt. Taf. 29. Fig. 2 und 3 sind zwei parallele Dünnschliffe, deren Ebene rechtwinkelig zur Fläche von Taf. 28. Fig. 1 liegt, und enthalten schräge Durchschnitte desselben Kelches.

Die zarten Radialsepta sind von Quersepten durchschnitten und ihre Abschnitte liegen oftmals nicht in einer geraden Linie oder sie alterniren mit den Wandabschnitten der Nachbarkammern. Die Zahl der Radialsepta vermehrt sich durch Einschiebung von der Aussenwand her. Ihre Struktur zeigt so grosse Uebereinstimmung mit einem Theile des Kelchdurchschnittes Taf. 28. Fig. 1 bei a, dass man an der Zusammengehörigkeit dieser Dinge zu einer Art nicht zweifeln kann, und alle die so verschiedenartigen Strukturen in diesem Präparat der Entwickelungsreihe eines und desselben Wesens darstellen dürften.

Die in ihrer morphologischen Entwickelung so verschiedenartige Stadien durchlaufenden Formen von *Anthomorpha* erfüllen mächtige Kalksteinmassen auf Cuccuru Contu und Genna Figu. Der meist stark krystallinische Kalkstein oder Marmor ist oft zertrümmert und wieder von Kalk verkittet oder von Adern gelblichen, eisenoxydhaltigen Kalkes durchzogen. An der verwitterten Oberfläche der Felsen ist nur selten von den im Innern enthaltenen organischen Bildungen etwas Deutliches wahrzunehmen. Ihre Theile sind auch so innig mit der gleichartigen Masse des Marmors verwachsen, dass durch mechanische Behandlung oder chemische Mittel gar kein Aufschluss gewonnen werden konnte. Man ist lediglich auf die Untersuchung durch mikroskopische Dünnschliffe angewiesen, in denen organische Zeichnung auch nur sehr zart und undeutlich enthalten ist.

Die bei sehr sorgsam abgeblendetem Licht genommenen Photogramme lassen zuweilen die Struktur noch besser erkennen, als man unter dem Mikroskop an den Präparaten direct zu sehen vermag.

Taf. 30 zeigt eine parallele Schnittreihe von fünf Dünnschliffen aus einem Marmorstück von Genna Figu bei Iglesias in vierfacher Vergrösserung. Jeder Durchschnitt enthält eine Anzahl von Kelchdurchschnitten, von denen die mit gleichen Buchstaben bezeichneten stets ein und demselben Individuum angehören.

Die fortwährende Strukturänderung mit der Höhenzunahme der einzelnen Kelche, sowie die Einschaltung neuer hervorknospender Kelche ist daraus deutlich ersichtlich.

Auch die grünlichen, von Kalk durchzogenen Schiefergesteine von Cuccuru Contu, welche zuweilen einen schönen grünen Marmor *(cipollino)* darstellen, enthalten in den Kalkpartieen ähnliche Versteinerungen, welche aber durch Verdrückung und theilweise Zerstörung meist sehr unkenntlich geworden sind. Taf. 29. Fig. 6 zeigt den Dünnschliff eines solchen Vorkommens, in welchem die Struktur eines Kelches noch deutlich erhalten ist.

Index.

	Seite	Tafel	Figuren
I. Plantae.			
Algae	11		
Bilobites sardoa	12		
Confervites	16		
— primordialis	16	2	5. 6.
Cruziana	11		
Epiphyton	16		
— flabellatum	16	1	9. 10.
Phytocalyx	13		
— antiquus	13	1	1—8.
Siphonema	17		
— (?) arenaceum	19	2	3.
— incrustans	18	2	1. 2.
Rusophycus	11		
II. Spongiae.			
Palaeophycus	21		
Palaeospongia	21		
— prisca	22	1	1.
		3	1—3.
		4	1—3.
III. Archaeocyathinae.	28		
Anthomorpha	76		
— margarita	76	27	1 bei f.
		28	1—6.
		29	1—3, 6.
— sp.		30	1—5.
Archaeocyathellus	31		

	Seite	Tafel	Figur
Archaeocyathus . . .	40, 49.		
— acutus . . .	50	8	1—5, 6 bei a und b, 7 bei a, 8.
		27	2 bei b.
— aduncus . . .	52	10	5.
— atlanticus . .	42	33	5.
— bilobus . . .	57	11	8 bei d und e.
— ? Clarkei . .	33.		
— concentricus .	55	11	1—3, 4 bei a, 5 bei a.
		12	2 bei b, 3.
— infundibulum .	52	9	1 bei a—i, 2—5.
		10	1 bei d, e, f, 2 bei a und g, 3 bei a und u.
		11	8 bei f.
		14	7 bei b.
— Ichnusae . .	53	9	1 bei k—p, t, 6.
		10	1 bei k, m, n, p, t, w, 4 bei k, l, m.
		11	6, 7.
		12	1 a, b, c, 2 bei a.
		13	3, 4.
		14	3 bei a, 5, 6, 7 bei a und c, 8, 9, 10, 11 bei a.
— marianus . .	43	33	1—4.
— minganensis .	43.		
— planus . . .	58	12	7, 8 a, b, c.
— profundus . .	41	32	1, 2.
— sinuosus . .	57	9	1 bei q und w.
		10	1 bei x.
		12	5, 6 a, b.
		13	1, 2, 5.
		14	1 bei e, 2 bei e, 11 bei b.
		19	5 bei d.
— spatiosus . .	59	15	1 a.
— umbrella . .	56	12	4 a, b, c.
		14	3 bei b, 4.
Billingsia	33.		
Coscinocyathus . . .	59.		
— anthemis . .	68	21	1.
		24	1 bei e, 2 bei e, f, g, 4, 5. (?)
		31	9.

	Seite	Tafel	Figur
Coscinocyathus:			
— calathus . . .	74	25	1 bei b, 3 bei r.
		26	1, 2.
		27	1 bei a, 3 bei a, 4 bei a.
		31	13.
— campanula . .	70	21	4.
		31	10.
— cancellatus . .	69	11	4 bei c, 5 bei c.
		19	3, 4, 5 bei e.
		20	1, 2 bei a und b, 4—8.
		31	15.
— corbicula . .	68	18	4.
		19	1 bei a, 2.
		20	9.
		21	2, 3 bei a und c.
		22	5 bei f.
		31	11.
— cornucopiae .	63	16	1—4.
		21	3 bei b.
		31	4.
— cylindricus . .	62	24	1 bei a, 2 bei a, 1 bei d, 2 bei d, 3 bei d, 1 bei h.
		31	3.
— dianthus . . .	64	17	1—7.
		31	5.
— elongatus . .	62	22	1 bei d, 2 bei d, 3 bei d, 2 bei e, 3 bei e, 4 bei e.
		24	2 bei b, 3 bei b, 1 bei l, 2 bei l.
		29	5.
		31	2.
— Pandora . . .	73	25	1 bei a, 2, 3 bei p und s.
		27	2 bei e.
		31	16.
— Proteus . . .	71	15	3 bei k und l.
		22	1 bei c, 2 bei c, 3 c, 4 bei c, 5 bei c, 5 bei h.
		24	1 c, 2 c, 1 k, 3 i.
		31	12.
— tener	67	18	1—3.
		31	8.

	Seite	Tafel	Figur
Coscinocyathus:			
— tuba	61	15	2 bei a, b, c, 3 bei e.
		22	5g, 6 bei i und k.
		31	1.
— verticillus . .	65	15	3 bei g und i.
		22	2 bei a, 3 bei a, 4 bei a, 5 bei a, 4 bei b, 5 bei b.
		23	1—5.
		25	3 bei m.
		31	6, 7.
— vesica	71	20	3.
		31	14.
Protocyathus . . .	31.		
Protopharetra . . .	46.		
— densa	48	8	6 bei c, 7 bei b, 8.
— laxa	49	19	1 bei c, 6, 7, 8.
— polymorpha .	46	5	1—7.
		6	1—4.
— radiata . . .	48	7	1, 2, 5, 6, 7.
— vesiculosa . .	48	7	3, 4.

Erklärung der Tafeln.

Die Tafeln sind mit Ausnahme der lithographirten Tafel 31 nach den vom Autor angefertigten Originalen durch die Anstalt von Römmler & Jonas in Dresden in Lichtdruck ausgeführt worden. Obgleich es wünschenswerth gewesen wäre, bei manchen Tafeln mehrere Farbenplatten zu verwenden, um die in der Natur vorhandenen verschiedenen Färbungen der Grundmasse und der Versteinerungen wiederzugeben und dadurch die Deutlichkeit der Bilder besser hervortreten zu lassen, so musste doch davon wegen der dazu erforderlichen grossen Kosten abgesehen werden; es wurde aber bei den meisten Tafeln ein mittlerer, der Gesteinsfarbe möglichst entsprechender Farbenton angewandt, um der äusseren Erscheinung des Vorkommens einigermaassen Rechnung zu tragen.

Zur Bezeichnung der einzelnen Theile der Figuren wurden auf den Originalen oder den Originalphotographien kleine Papierstückchen mit gedruckten Buchstaben aufgeklebt und durch den Lichtdruck mit reproducirt.

Tabula I.

Tafel 1.

Fig. 1—7. *Phytocalyx antiquus* von Canalgrande.

Fig. 1. Ausgewitterter halbkugeliger Körper neben Körpern der *Palaeospongia prisca.*

Fig. 2. *Phytocalyx antiquus.* a. Seitenansicht, b. Ansicht von unten.

Fig. 3. Desgl. Seitenansicht.

Fig. 4. Gruppe neben einander stehender Kegel.

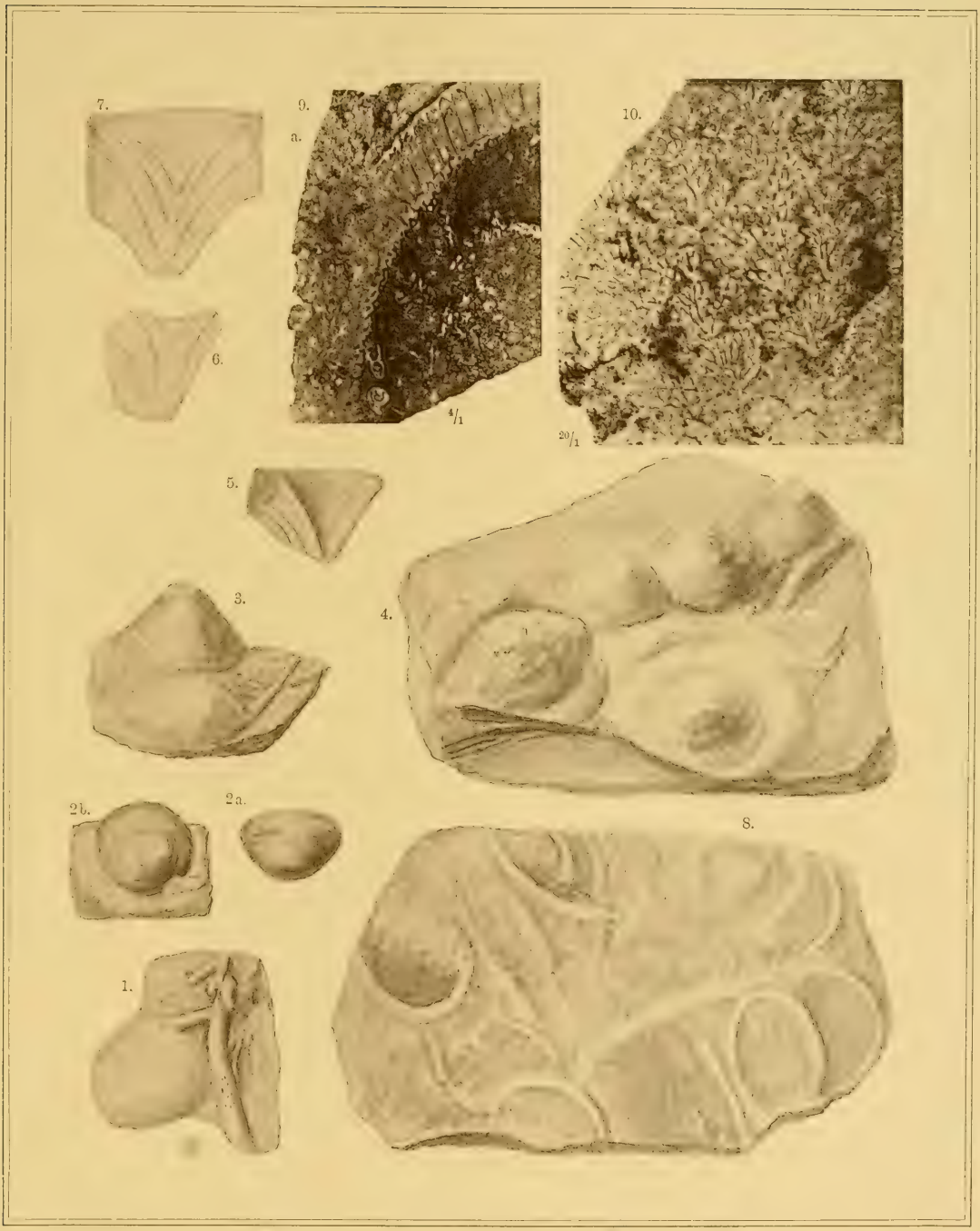
Fig. 5—7. Durchschnitte.

Fig. 8. ? *Phytocalyx antiquus.* Ringförmige Erhabenheiten auf Quarzsandstein von Gutturu Sartu.

Fig. 1—8 sind in natürlicher Grösse.

Fig. 9. *Epiphyton flabellatum.* Auf *Coscinocyathus* aufsitzend; aus dem Kalkstein von Cuccuru Contu. Dünnschliff in vierfacher Vergrösserung photographirt.

Fig. 10. *Epiphyton flabellatum.* Theil des vorigen, zwanzigmal vergrössert.



Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 1.

Tabula II.

Tafel 2.

Fig. 1. *Siphonema incrustans.* Dünnschliff in vierfacher Vergrösserung. Aus baltischen Silurgeröllen.

Fig. 2. *Siphonema incrustans.* Dünnschliff in hundertfacher Vergrösserung.

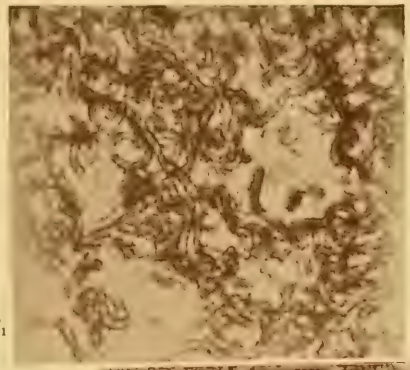
Fig. 3. *Siphonema (?) arenaceum.* Dünnschliff in vierfacher Vergrösserung. Aus dem Sandsteine von Gutturu Sartu.

Fig. 4. Oolith von Punta Pintau (Canalgrande). Dünnschliff bei zwanzigfacher Vergrösserung.

Fig. 5. *Conferrites primordialis.* Dünnschliff viermal vergrössert. Aus dem rothen Marmor von San Pietro bei Masua.

Fig. 6. *Conferrites primordialis.* Dünnschliff in zwanzigfacher Vergrösserung.

2.

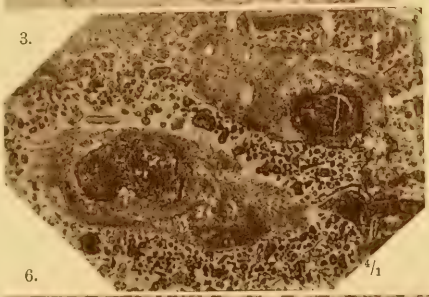


100/1

1.

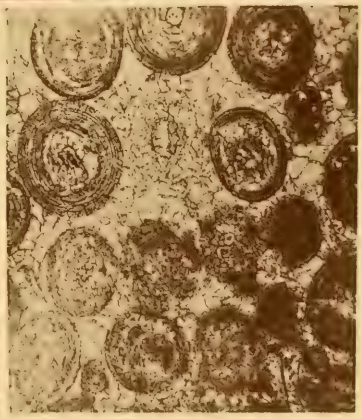
4/1

3.



4/1

4.

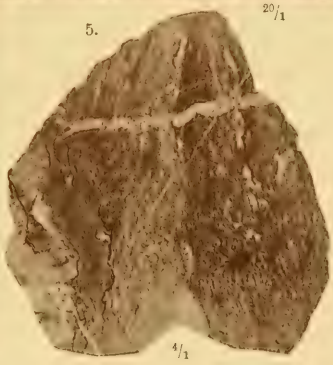


20/1

6.

20/1

5.



4/1

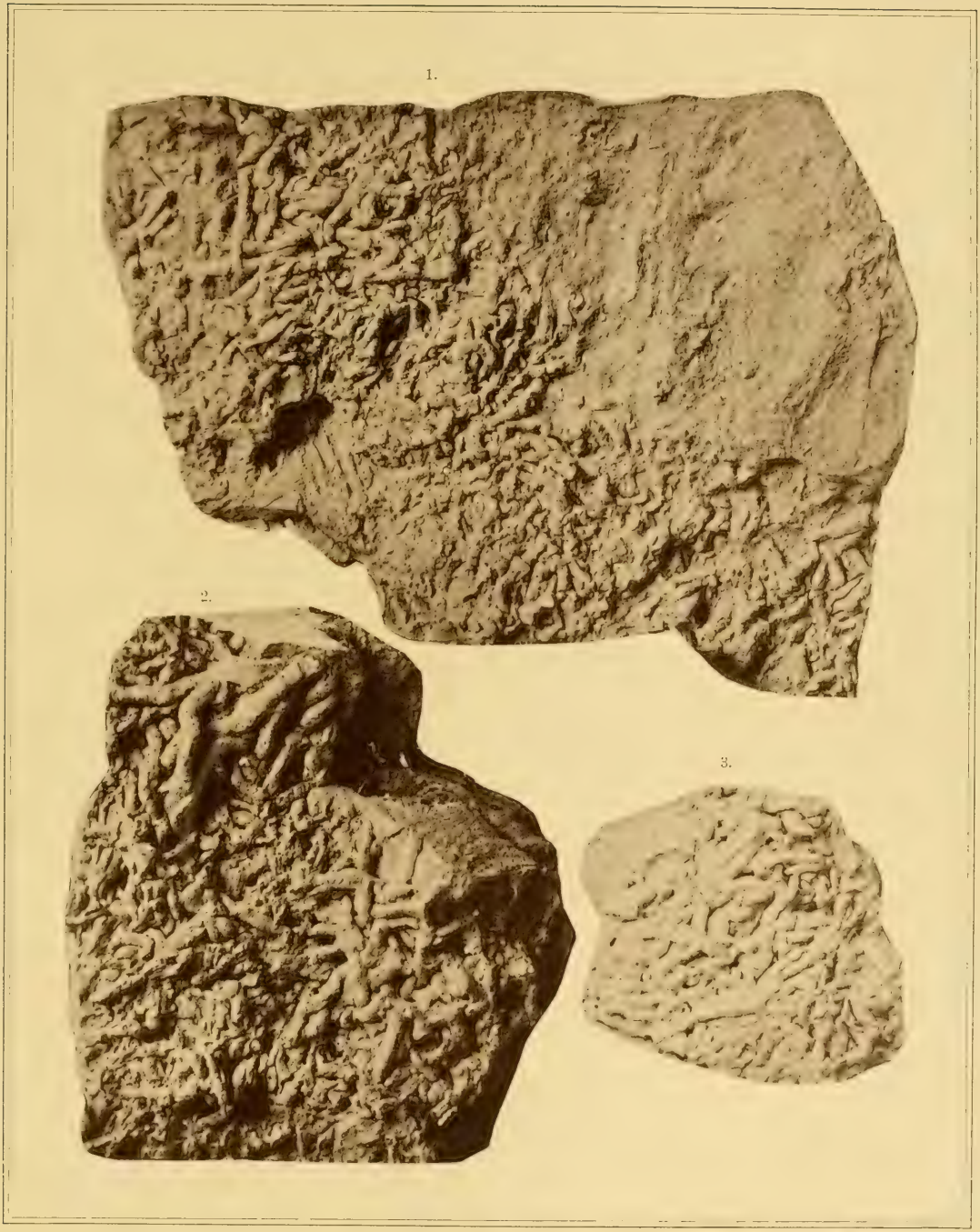
Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 2.

Tabula III.

Tafel 3.

Fig. 1—3. *Palaeospongia prisca* von Canalgrande. Photographie in natürlicher Grösse.



Lith. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 3.

Tabula IV.

Tafel 4.

Fig. 1. *Palaeospongia prisca.* Dünnschliff bei dreissigmaliger Vergrösserung.

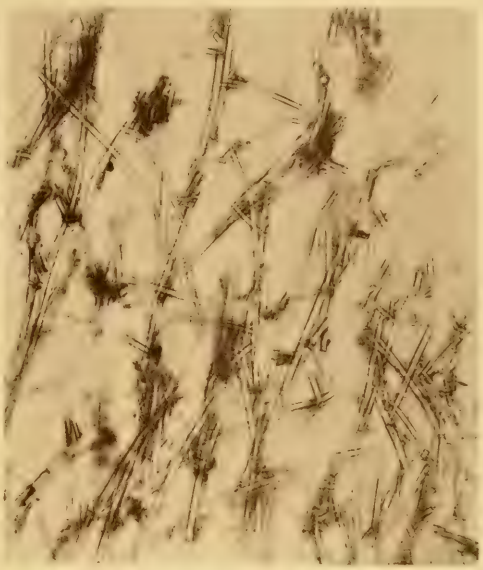
Fig. 2 und 3. *Palaeospongia prisca.* Dünnschliffe bei hundertmaliger Vergrösserung.

Fig. A. Gewebe von Kieselnadeln und Hornfasern einer lebenden Spongie von der Westküste der Insel Sardinien (Axinella polypodioides). Hundertfache Vergrösserung.

A.

1.

30/1

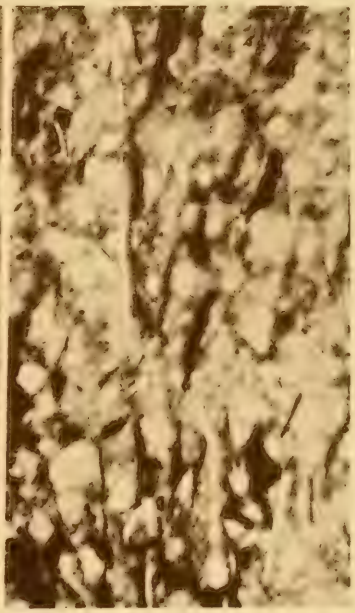


100/1

2.

100/1

3.



100/1

Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 4.

Tabula V.

Tafel 5.

Protopharetra polymorpha.

Fig. 1. Ein Stück Kalkstein mit zahlreichen angewitterten Durchschnitten. Von Monte sa Gloria. Photographie in natürlicher Grösse.

Fig. 2—4. Dünnschliffe von Exemplaren aus dem Sandsteine von Gutturu Sartu in viermaliger Vergrösserung.

Fig. 5. Dünnschliff eines sich gabelnden Astes in fünfmaliger Vergrösserung. Ebendaher.

Fig. 6. Stämmchen mit Wurzelfasern. Dünnschliff in viermaliger Vergrösserung. Von Canalgrande.

Fig. 7. Durchschnitt, Dünnschliff in fünfmaliger Vergrösserung. Ebendaher.

Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 5.

Tabula VI.

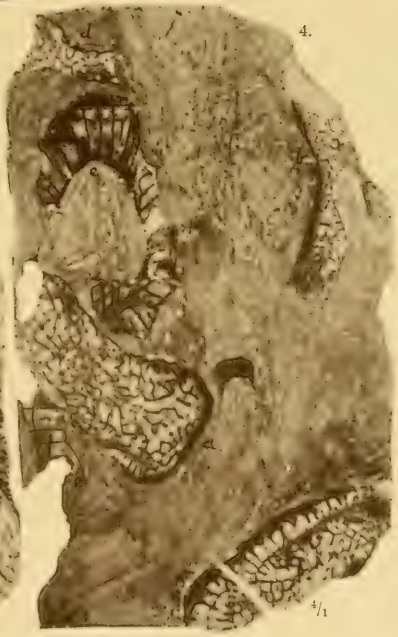
Tafel 6.

Fig. 1 und 2. *Protopharetra polymorpha.* Angewitterte Exemplare im Kalksteine von Monte sa Gloria. Photographie in natürlicher Grösse.

Fig. 3, 4. Dünnschliffe aus denselben Stücken in viermaliger Vergrösserung.

Fig. 4 bei a, b, c, d *Protopharetra.*

Fig. 4 bei e *Coscinocyathus cornucopiae.*



Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

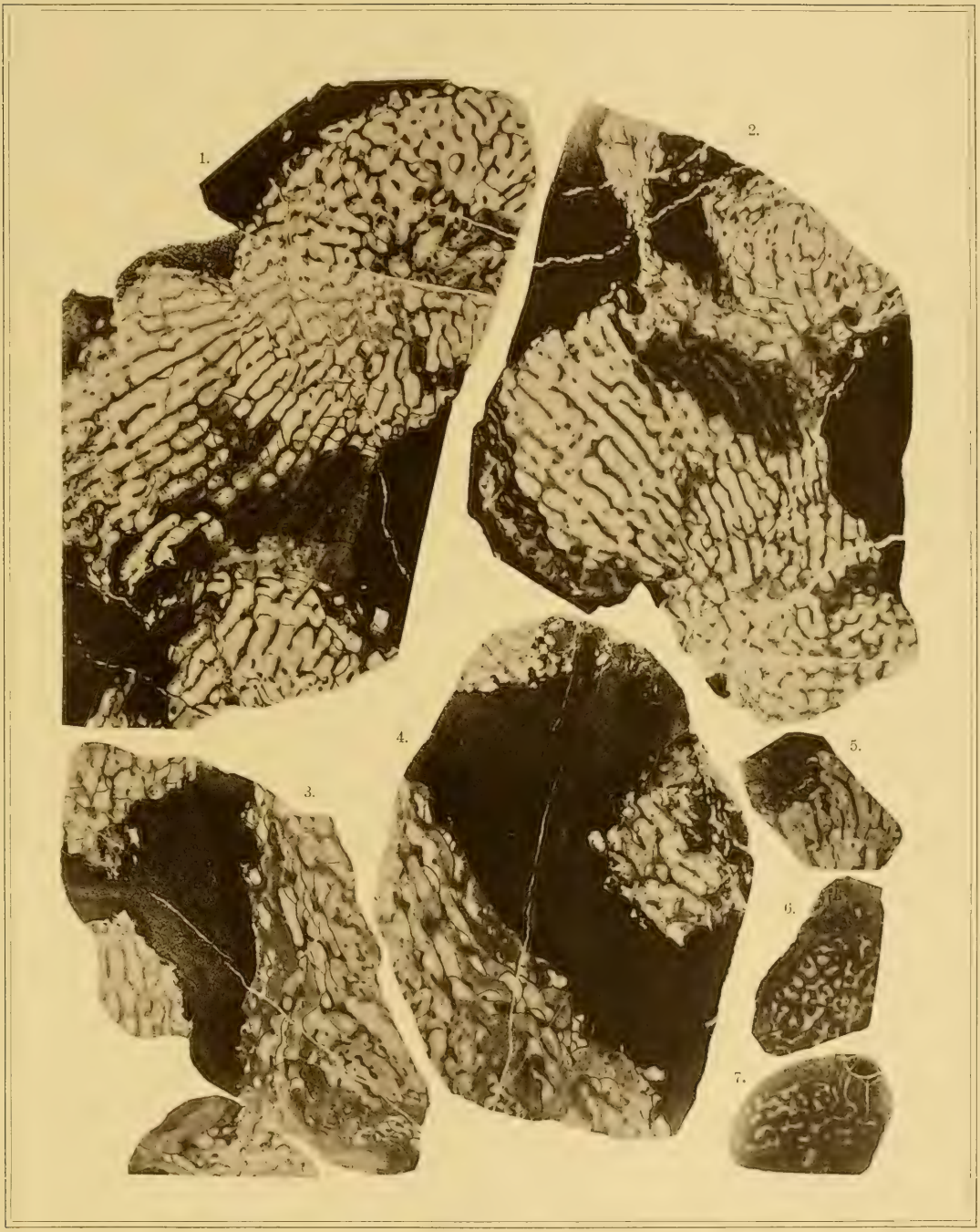
Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 6.

Tabula VII.

Tafel 7.

Dünnschliffe in vierfacher Vergrösserung.

Fig. 1 und 2. *Protopharetra radiata* . . . . . von Iglesias.
Fig. 3 und 4. *Protopharetra vesiculosa* . . . . . von Genna Figu.
Fig. 5 bis 7. *Protopharetra radiata* . . . . . von Marganai.



Vierfache Vergrösserung.

Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 7.

Tabula VIII.

Tafel 8.

Fig. 1. *Archaeocyathus acutus.* Von Punta Pintau (Canalgrande). Anderthalbmal vergrössert.

Fig. 2. *Archaeocyathus acutus.* Ideale Darstellung in Naturgrösse.

Fig. 3a und b. *Archaeocyathus acutus.* Abdruck und Gegendruck nebst den Steinkernen der Kammern von Canalgrande. Zweifache Vergrösserung.

Fig. 4. *Archaeocyathus acutus.* Ausgewitterte Exemplare von Canalgrande (Punta Pintau) in anderthalbfacher Vergrösserung.

Fig. 6—8. Dünnschliffe in vierfacher Vergrösserung. Von Nebida.

Fig. 6 bei a und b. *Archaeocyathus acutus.* Längsdurchschnitte.

Fig. 7 bei a. *Archaeocyathus acutus.* Querschnitte.

Fig. 6 bei c. } *Protopharetra densa.*
Fig. 7 bei b. }

Fig. 8. Durchschnitt von *Protopharetra densa,* dazwischen ein Abschnitt von *Archaeocyathus acutus.*

Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 8.

Tabula IX.

Tafel 9.

Fig. 1. Sandsteinplatte mit Abdrücken und Steinkernen von Punta Pintau bei Canalgrande. Photographie in Naturgrösse.

bei a—i. } *Archaeocyathus infundibulum.*
bei u. }

bei k—p. *Achaeocyathus Ichnusae.*

bei q und w. *Archaeocyathus sinuosus.*

bei r, s, t. Verdrückte Exemplare von *A. Ichnusae.*

bei v, x, y. Trilobitenreste. (Olenopsis.)

Fig. 2—5. *Archaeocyathus infundibulum.* }
Fig. 6. *Archaeocyathus Ichnusae.* } Ideale Darstellungen.

Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 9.

Tabula X.

Tafel 10.

Fig. 1. Sandsteinplatte von Punta Pintau bei Canalgrande. Zum Theil Gegendruck der Platte Taf. 8. Fig. 1.

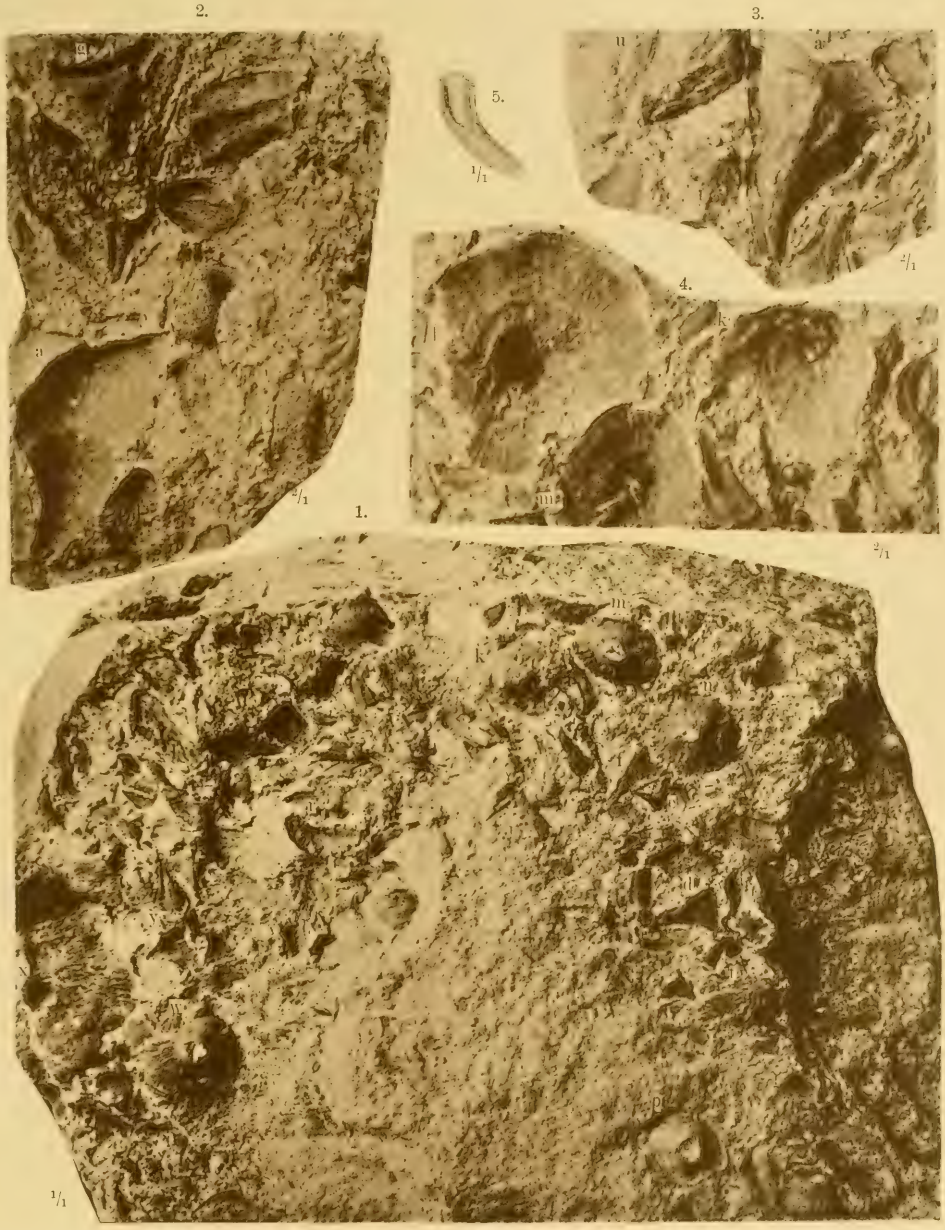
bei d, e, f. *Archaeocyathus infundibulum.*
bei k, m, n, p. *Archaeocyathus Ichnusae.*
bei r. verdrücktes Exemplar von *Archaeocyathus.*
bei t. *Archaeocyathus Ichnusae.*
bei w. *Archaeocyathus Ichnusae.*
bei x. *Archaeocyathus sinuosus.*
bei y. *Archaeocyathus infundibulum.*

Fig. 2 bei a und g. *Archaeocyathus infundibulum.* Ein Theil des Gegendrucks der Platte Taf. 8. Fig. 1 in zweimaliger Vergrösserung.

Fig. 3 bei a und u. *Archaeocyathus infundibulum.* Ein Theil der Platte Taf. 8. Fig. 1 in doppelter Grösse.

Fig. 4 bei k, l und m. *Archaeocyathus Ichnusae.* Ein Theil der Platte Taf. 8. Fig. 1 in doppelter Grösse.

Fig. 5. *Archaeocyathus aduncus.* (Natürliche Grösse.) Von Monte sa Gloria.



Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 10.

Tabula XI.

Tafel 11.

Fig. 1—3. *Archaeocyathus concentricus.* (Anderthalbfach vergrössert.) Canalgrande.

Fig. 4—5. Zwei parallele Dünnschliffe in vierfacher Vergrösserung. Von Canalgrande.
bei a. *Archaeocyathus concentricus.* Horizontaldurchschnitte.
bei b. *Archaeocyathus* sp. Durchschnitte nahe am unteren Ende.
bei c. *Coscinocyathus cancellatus.*

Fig. 6 und 7. *Archaeocyathus Ichnusae* von Canalgrande. Abdruck und Gegendruck in zweifacher Vergrösserung.

Fig. 8. Sandsteinplatte von Punta Pintau, Canalgrande. In anderthalbfacher Vergrösserung.
Fig. 8 bei d und e. *Archaeocyathus bilobus.*
Fig. 8 bei f. *Archaeocyathus infundibulum.*

Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 11.

Tabula XII.

Tafel 12.

(Figuren in Lichtdruck nach Handzeichnungen des Verfassers.)

Fig. 1 a—c. *Archaeocyathus Ichnusae* von Canalgrande. (Punta Pintau.)
Fig. 1 a. Ansicht von unten
Fig. 1 b. Ansicht von der Seite
} in natürlicher Grösse.
Fig. 1 c. Doppelt vergrösserte Ansicht von unten.

Fig. 2 bei a. *Archaeocyathus Ichnusae*
Fig. 2 bei b. *Archaeocyathus concentricus*
Fig. 3. *Archaeocyathus concentricus*
} ebendaher, natürliche Grösse.

Fig. 4 a—c. *Archaeocyathus umbrella.*
Fig. 4 a. Ansicht von unten
Fig. 4 b. Seitenansicht
} in natürlicher Grösse.
Fig. 4 c. Ein Theil der Ansicht von unten in doppelter Grösse.
Von Canalgrande (Punta Pintau).

Fig. 5. *Archaeocyathus sinuosus.* Natürl. Gr. Aus dem Sandsteine von Canalgrande.

Fig. 6 a und b. *Archaeocyathus sinuosus* von Monte sa Gloria.
Fig. 6 a. Poröse Innenwand
Fig. 6 b. Poröse Aussenwand
} achtfach vergrösserte Ansicht eines verwitterten Stückes.

Fig. 7. *Archaeocyathus planus* von Canalgrande. Natürl. Grösse. Durch Verwitterung blossgelegt.

Fig. 8 a—c. *Archaeocyathus planus.* Ansicht der Lamelle des Steinkernes in achtfacher Vergrösserung.
Fig. 8 a. Ansicht von der Aussenseite.
Fig. 8 b. Ansicht einer Lamelle an der Seite der Zwischenwand.
Fig. 8 c. Ansicht von der Innenseite. Von Canalgrande (Punta Pintau.)

Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 12.

Tabula XIII.

Tafel 13.

Fig. 1. *Archaeocyathus sinuosus* mit Kalksubstanz erhaltenes Exemplar von Canalgrande. Anderthalbfach vergrössert.

Fig. 2. *Archaeocyathus sinuosus* von Canalgrande, verwittertes Exemplar im Sandsteine in anderthalbfacher Vergrösserung.

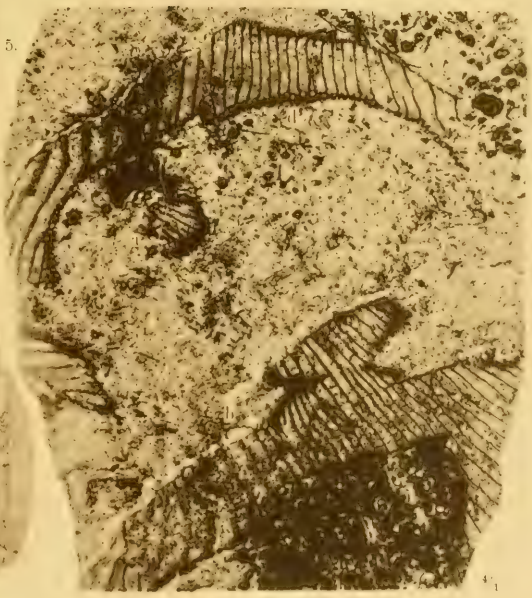
Fig. 3 und 4. Zwei parallele Dünnschliffe in vierfacher Vergrösserung mit Durchschnitten von *Archaeocyathus Ichnusae*. (Die gleichen Buchstaben bezeichnen die Zusammengehörigkeit zu demselben Individuum.)

Fig. 5. *Archaeocyathus sinuosus* von Monte sa Gloria. Dünnschliff in vierfacher Vergrösserung.

bei a und b sind Theile eines Individuums;

bei d zeigt sich die Innenwand, bei c die Aussenwand eines anderen Individuums.

(Anmerkung. Die feinporöse Struktur der Wände, welche auf den Originalphotographien deutlich hervortrat, hat bei der Reproduction im Lichtdruck leider sehr an Schärfe verloren).



Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 13.

Tabula XIV.

Tafel 14.

Fig. 1 bei e und 2 bei e. Abdruck und Gegendruck von *Archaeocyathus sinuosus* von Canalgrande. Anderthalbfach vergrössert. Bei r. Seitenstück eines Trilobitenkopfschildes.

Fig. 3 bei a. *Archaeocyathus Ichnusae* | Fig. 3 bei b. *Archaeocyathus umbrella* | von Canalgrande. Anderthalbfach vergrössert.

Fig. 4. *Archaeocyathus umbrella* von Canalgrande. Zweimalige Vergrösserung.

Fig. 5 und 6. *Archaeocyathus Ichnusae* im oolithischen Kalksteine von Punta Pintau. Dünnschliffe in vierfacher Vergrösserung. Fig. 5. Querschnitt. Fig. 6. Tangentialschnitt.

Fig. 7 bei a und c, 8—10. *Archaeocyathus Ichnusae* und *A. infundibulum* von Canalgrande. Dünnschliffe in vierfacher Vergrösserung.

Fig. 7 bei a. Querschnitt von *A. Ichnusae*, nahe an der Basis. Bei b. Querschnitt von *A. infundibulum* weiter oben. Bei c. Schnitt parallel der Wand mit einem Theile der porösen Innenwand. Bei d. Junge *Protopharetra*.

Fig. 8. Schnitt parallel der Innenwand, in der Mitte die poröse Struktur der Wand, im Uebrigen die blossgelegten Septa zeigend.

Fig. 9. Schräger Durchschnitt.

Fig. 10. Querschnitt von *A. Ichnusae*, nahe der Basis.

Fig. 11 bei a. *Archaeocyathus Ichnusae* | Fig. 11 bei b. *Archaeocyathus sinuosus* | von Canalgrande. Vierfache Vergrösserung.

Fig. 12. *Archaeocyathus Ichnusae*, ebendaher. Dünnschliff in vierfacher Vergrösserung.

Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 14.

Tabula XV.

Tafel 15.

Rother Marmor von San Pietro bei Masua.
Dünnschliffe in vierfacher Vergrösserung.

Fig. 1 bei a. *Archaeocyathus spatiosus.* Querschnitt.
Fig. 1 bei b. *Coscinocyathus calathus.* Querschnitt eines Fragmentes.
Fig. 2 bei a. *Coscinocyathus tuba.* Längsschnitt.
Fig. 2 bei b und c. *Coscinocyathus tuba.* Querschnitte.
Fig. 3 bei d. *Coscinocyathus* sp. Querschnitt des unteren Theiles eines aufgewachsenen Kelches.
Fig. 3 bei e. *Coscinocyathus tuba.* Querschnitt.
Fig. 3 bei f. *Coscinocyathus* sp.
Fig. 3 bei g. *Coscinocyathus verticillus.* Querschnitt des Stieles.
Fig. 3 bei h. *Coscinocyathus* sp.
Fig. 3 bei i. *Coscinocyathus verticillus.* Längsschnitt, von einem Theil des Kelches.
Fig. 3 bei k. *Coscinocyathus Proteus.* Schräger Durchschnitt.
Fig. 3 bei l. *Coscinocyathus Proteus.* Querschnitt.

Vierfache Vergrösserung.

Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 15.

Tabula XVI.

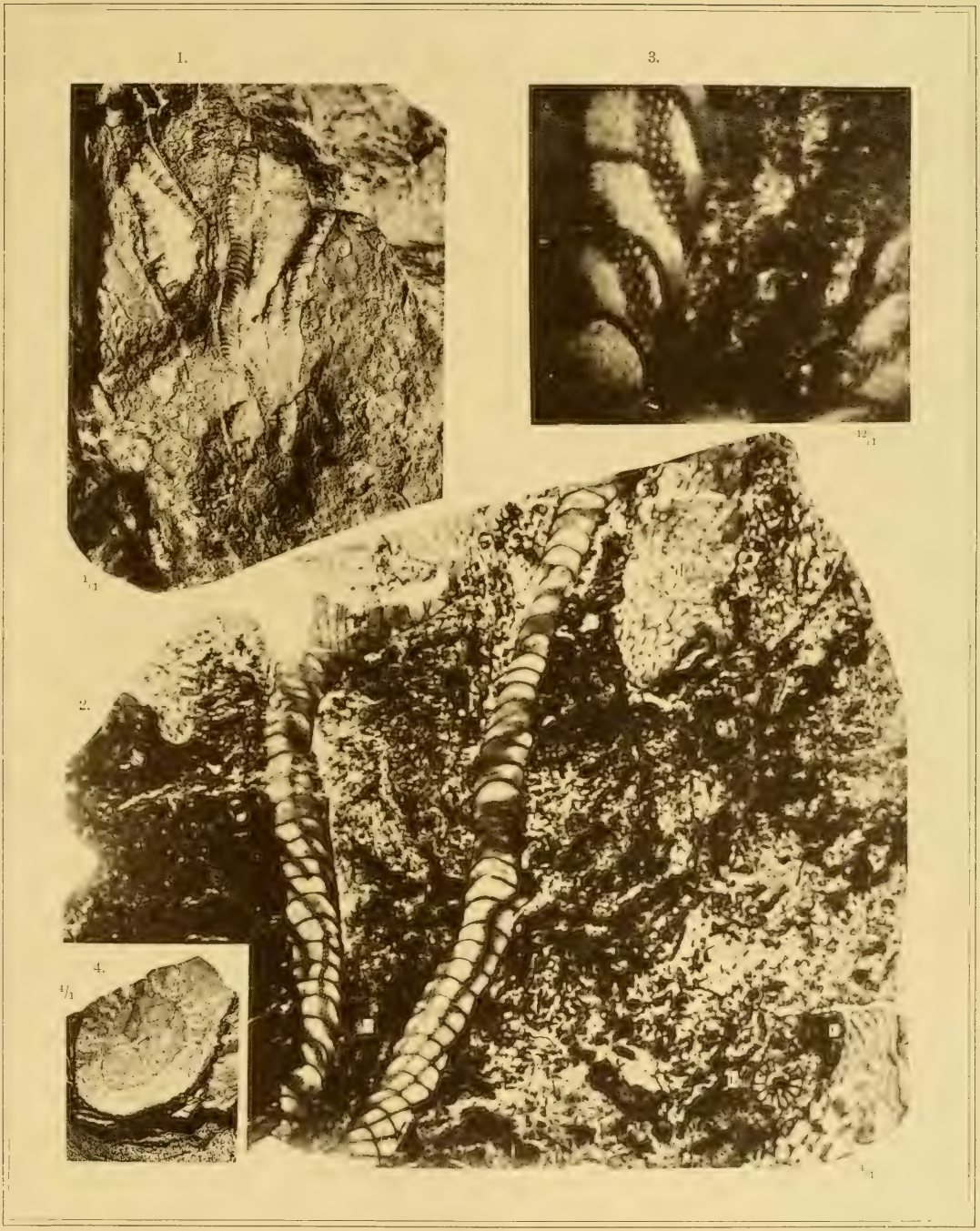
Tafel 16.

Fig. 1. *Coscinocyathus cornucopiae.* Ausgewittertes Exemplar im Kalksteine von Canalgrande. Photographie in natürlicher Grösse.

Fig. 2. Dünnschliff in vierfacher Vergrösserung von Punta sa Gloria.
bei a. Längsschnitt von *Coscinocyathus cornucopiae.*
bei b. Querschnitt eines jungen Exemplars.
bei c—d. *Protophoretra polymorpha.*

Fig. 3. *Coscinocyathus cornucopiae.* Ein Theil des Dünnschliffs Fig. 2 bei a bei zwölfmaliger Vergrösserung.

Fig. 4. *Coscinocyathus cornucopiae.* Querschnitt bei vierfacher Vergrösserung. Aus Schiefer bei Iglesias.



Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 16.

Tabula XVII.

Tafel 17.

Coscinocyathus dianthus von Canalgrande.

Fig. 1. Ausgewittertes Exemplar im Sandstein, zweifach vergrössert.

Fig. 2—5. Dünnschliffe in vierfacher Vergrösserung (Kalksandstein).

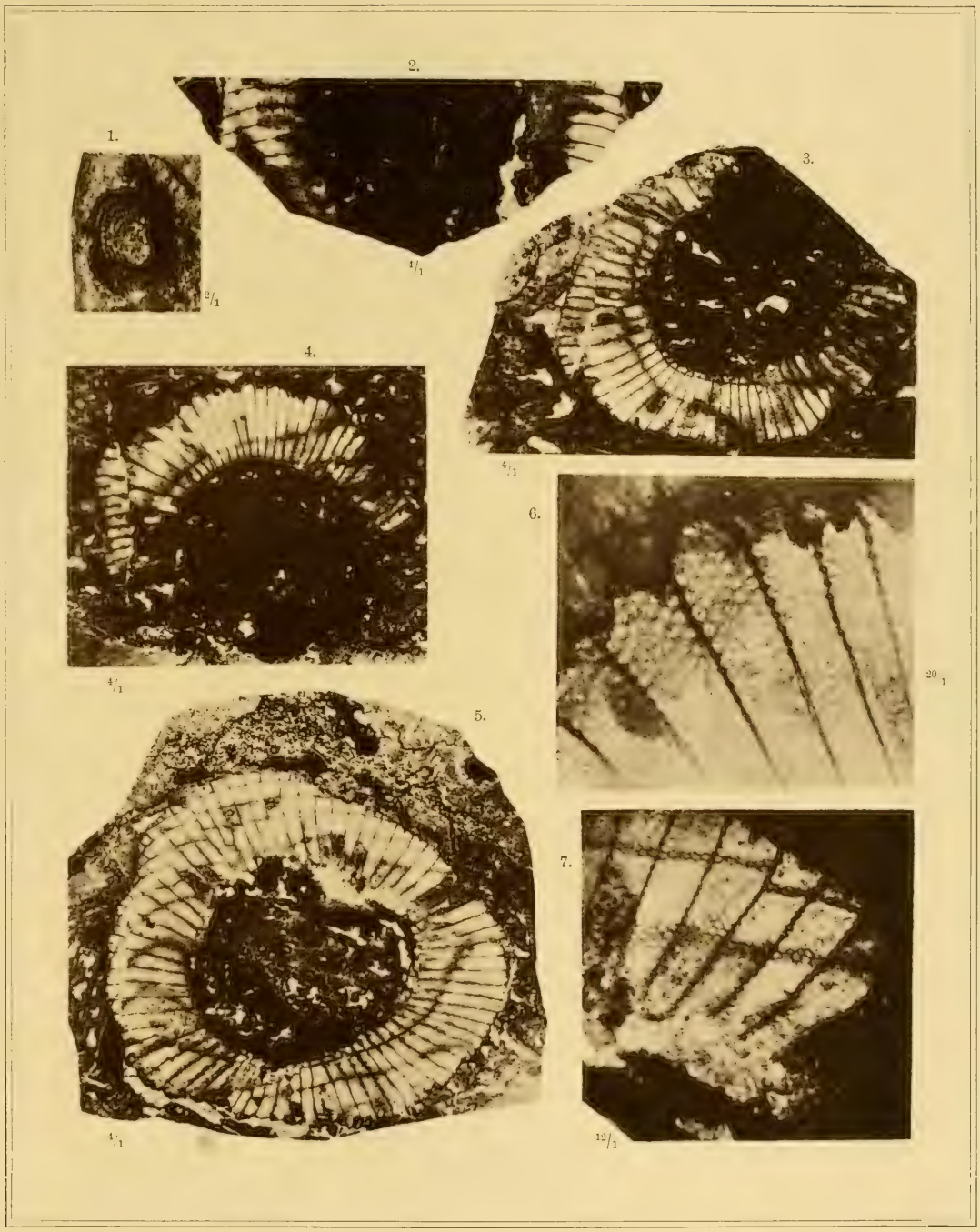
Fig. 2. Längsschnitt.

Fig. 3 und 4. Querschnitte.

Fig. 5. Schräger Durchschnitt.

Fig. 6. Ein Theil des Querschnittes Fig. 4 bei zwanzigmaliger Vergrösserung.

Fig. 7. Ein Theil des Durchschnittes Fig. 5 bei zwölfmaliger Vergrösserung.



Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 17.

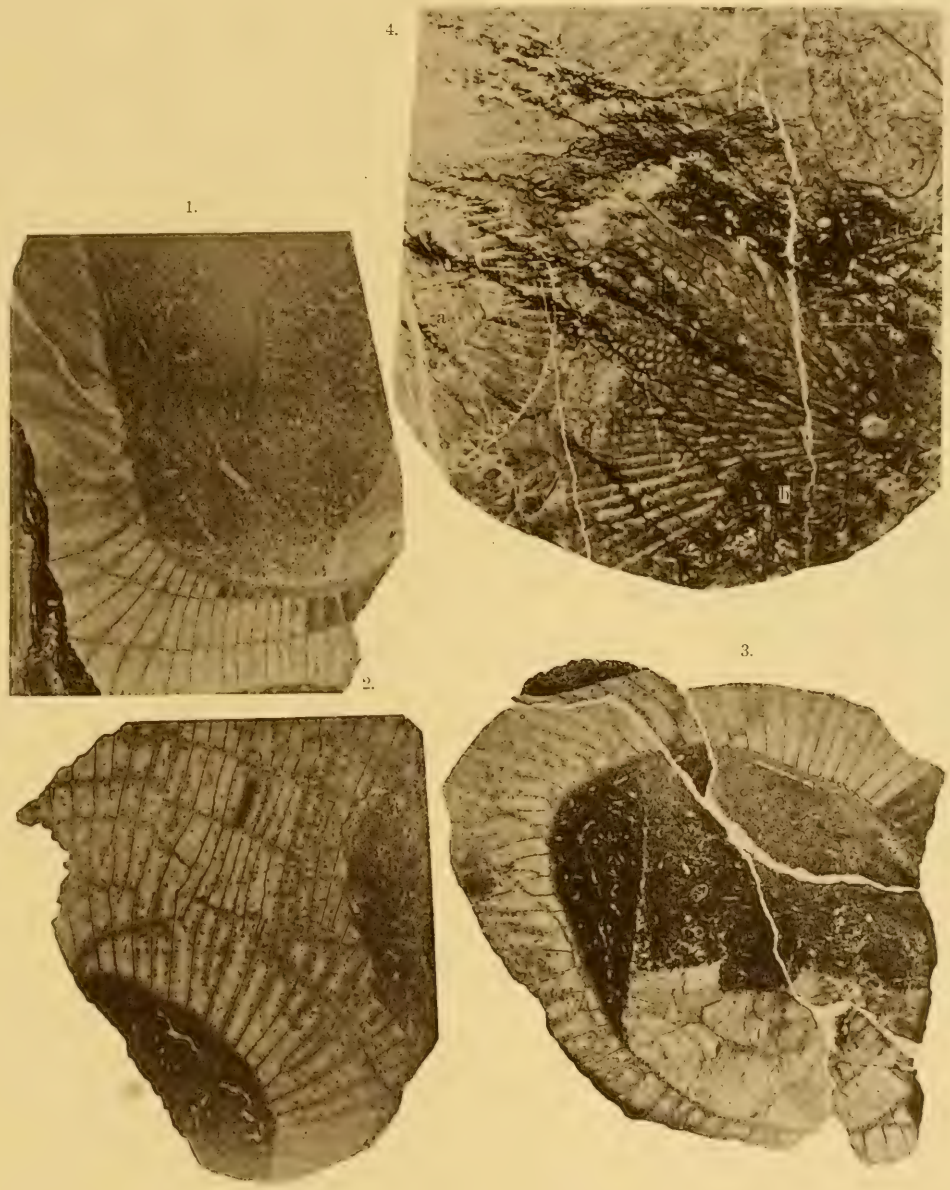
Tabula XVIII.

Tafel 18.

Dünnschliffe in viermaliger Vergrösserung.

Fig. 1—3. *Coscinocyathus tener* aus dem Rothen Marmor von San Pietro bei Masua.
Fig. 1 und 2. Längsschnitte.
Fig. 3. Querschnitt.

Fig. 4. *Coscinocyathus corbicula* aus grauem Kalkstein von Cuccuru Contu.



Vierfache Vergrösserung.

Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 18.

Tabula XIX.

Tafel 19.

Fig. 1 bei a. *Coscinocyathus corbicula*
bei b. *Archacocyathus* sp. Querschnitt } zweimalige Vergrösserung.
bei c. *Protopharetra laxa*
Monte sa Gloria.

Fig. 2—8. Dünnschliffe in viermaliger Vergrösserung.

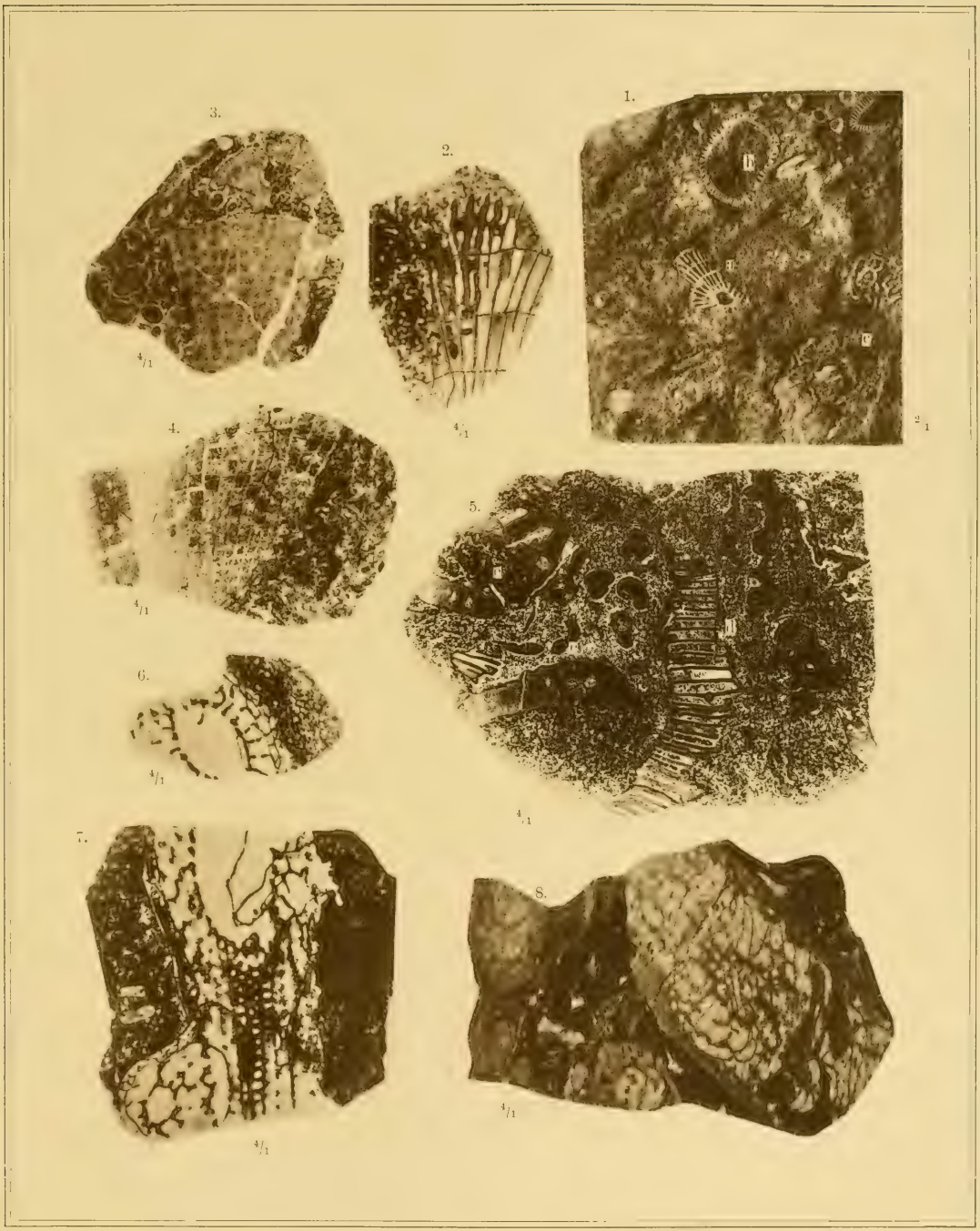
Fig. 2. *Coscinocyathus corbicula* von Canalgrande.

Fig. 3. *Coscinocyathus cancellatus* von Punta Pintau.

Fig. 4. *Coscinocyathus cancellatus* von Monte sa Gloria.

Fig. 5 bei d. *Archacocyathus sinuosus*
Fig. 5 bei e. *Coscinocyathus cancellatus* } von Punta Pintau.
Fig. 6 und 7. *Protopharetra laxa*
Fig. 6 Querschnitt; Fig. 7 Längsschnitt.

Fig. 8. *Protopharetra laxa* aus Kalkstein von Genna Figu bei Iglesias.



Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 19.

Tabula XX.

Tafel 20.

Fig. 1. *Coscinocyathus cancellatus* von Punta Pintau, zweimal vergrössert. Der im Sandstein eingeschlossene Kelch ist zum Theil durch Anschleifen blossgelegt.

Fig. 2 bei a und b. *Coscinocyathus cancellatus*
Fig. 2 bei c. Coscinocyathusstiel
Fig. 2 bei d. Coscinocyathus- sp. Brut
Fig. 3. *Coscinocyathus vesica*
} aus dem Rothen Marmor von San Pietro bei Masua, natürliche Grösse.

Fig. 4–7. *Coscinocyathus cancellatus.* Durchschnitte auf angewittertem Kalkstein von Monte sa Gloria in natürlicher Grösse.

Fig. 8. *Coscinocyathus cancellatus.* Verwittertes Stück (Steinkern) im Sandstein von Punta Pintau (Canalgrande); (anderthalbfach vergrössert).

Fig. 9. *Coscinocyathus corbicula.* Ausgewitterter Kelch (Steinkern) im Sandstein von Punta Pintau (Canalgrande); (anderthalbfach vergrössert).

Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 20.

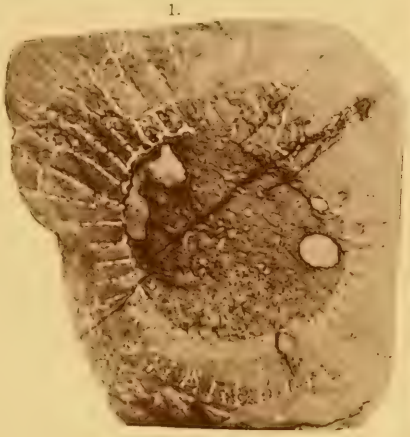
Tabula XXI.

Tafel 21.

Dünnschliffe in vierfacher Vergrösserung.

Fig. 1. *Coscinocyathus anthemis.* Querschnitt.
Fig. 2. *Coscinocyathus corbicula.* Schräger Durchschnitt.
Fig. 3 bei a und c. *Coscinocyathus corbicula.* Querschnitt.
Fig. 3 bei b. *Coscinocyathus cornucopiae.* Querschnitt.
Fig. 4. *Coscinocyathus campanula.* Längsschnitt aus grauem Kalkstein von Cuccuru Contu.

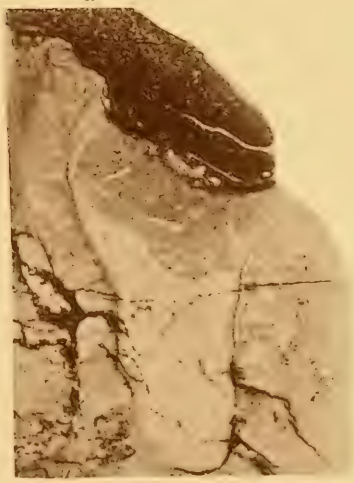
1.



2.

3.

4.



Vierfache Vergrösserung.

Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 21.

Tabula XXII.

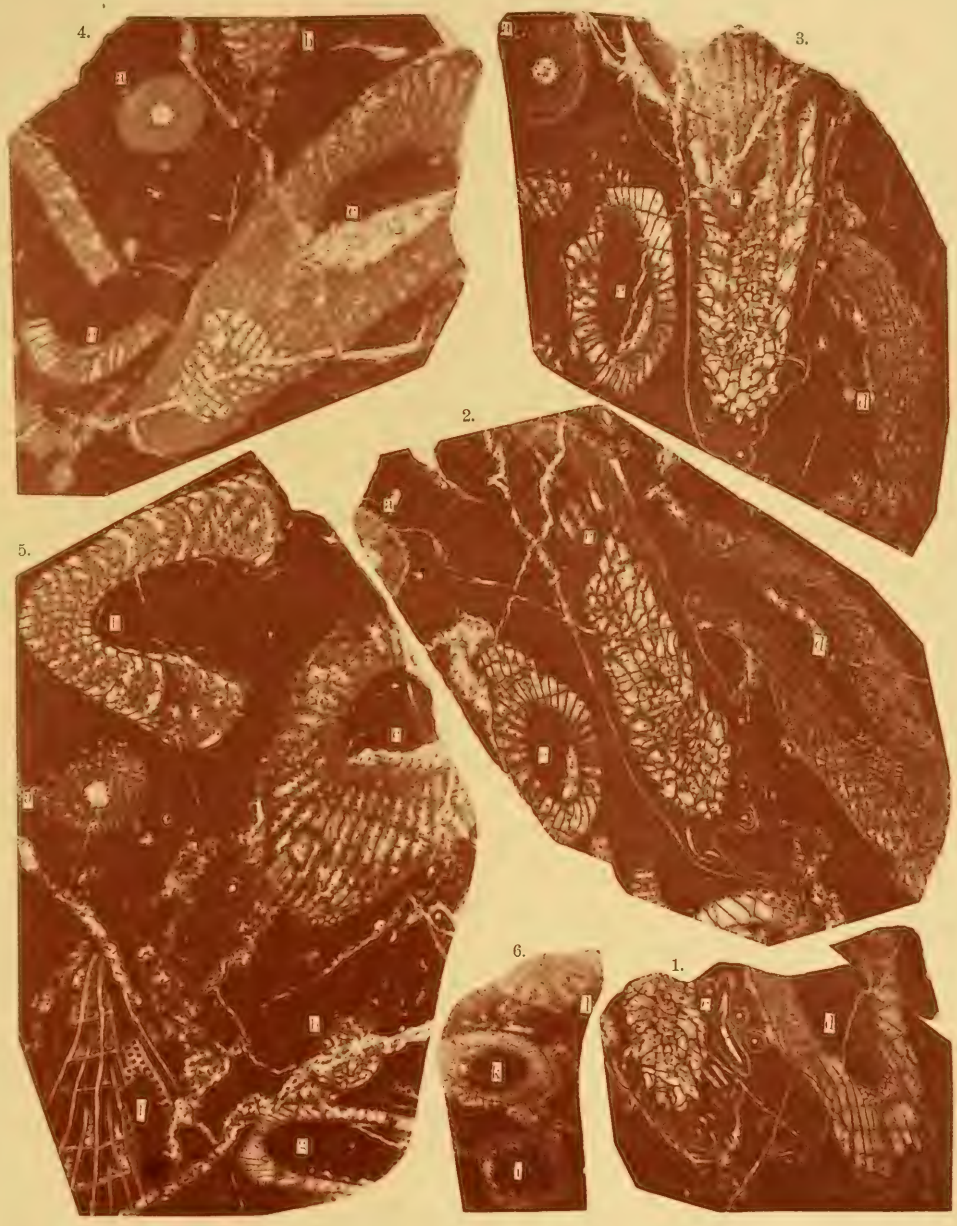
Tafel 22.

Rother Marmor von San Pietro bei Masua.
Dünnschliffe in vierfacher Vergrösserung.

Fig. 1—5 sind Dünnschliffe paralleler Lamellen des von Coscinocyathuskelchen verschiedener Art erfüllten Gesteins.

Auf den Abbildungen sind die ein und denselben Körper betreffenden Durchschnitte mit gleichen Buchstaben bezeichnet:

a (in Fig. 2, 3, 4, 5). Stengel zu *Coscinocyathus verticillus* gehörig.
b (in Fig. 4, 5). *Coscinocyathus verticillus.*
c (in Fig. 1 bis 5). *Coscinocyathus Proteus.*
d (in Fig. 1, 2, 3).
e (in Fig. 2, 3, 4). } *Coscinocyathus elongatus.*
f (in Fig. 5). *Coscinocyathus corbicula.*
g (in Fig. 5). *Coscinocyathus tuba.*
h (in Fig. 5). ? *Coscinocyathus Proteus.* Basalstück.
i
k } (in Fig. 6). *Coscinocyathus tuba.*



Vierfache Vergrösserung.

Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 22.

Tabula XXIII.

Tafel 23.

Rother Marmor von San Pietro bei Masua.
Dünnschliffe in vierfacher Vergrösserung.

Fig. 1—3 sind Dünnschliffe parallel geschnittener Gesteinslamellen. Die ein und denselben Körper betreffenden Durchschnitte sind mit gleichen Buchstaben bezeichnet:

a (in Fig. 1, 2, 3). Gegliederter Stamm von *Coscinocyathus verticillus.*

b (in Fig. 1, 2, 3). Kelch von *Coscinocyathus verticillus*, verticale Durchschnitte.

c (in Fig. 1, 2, 3). Querschnitte eines spitzen Endes eines freien Kelches von *Coscinocyathus verticillus.*

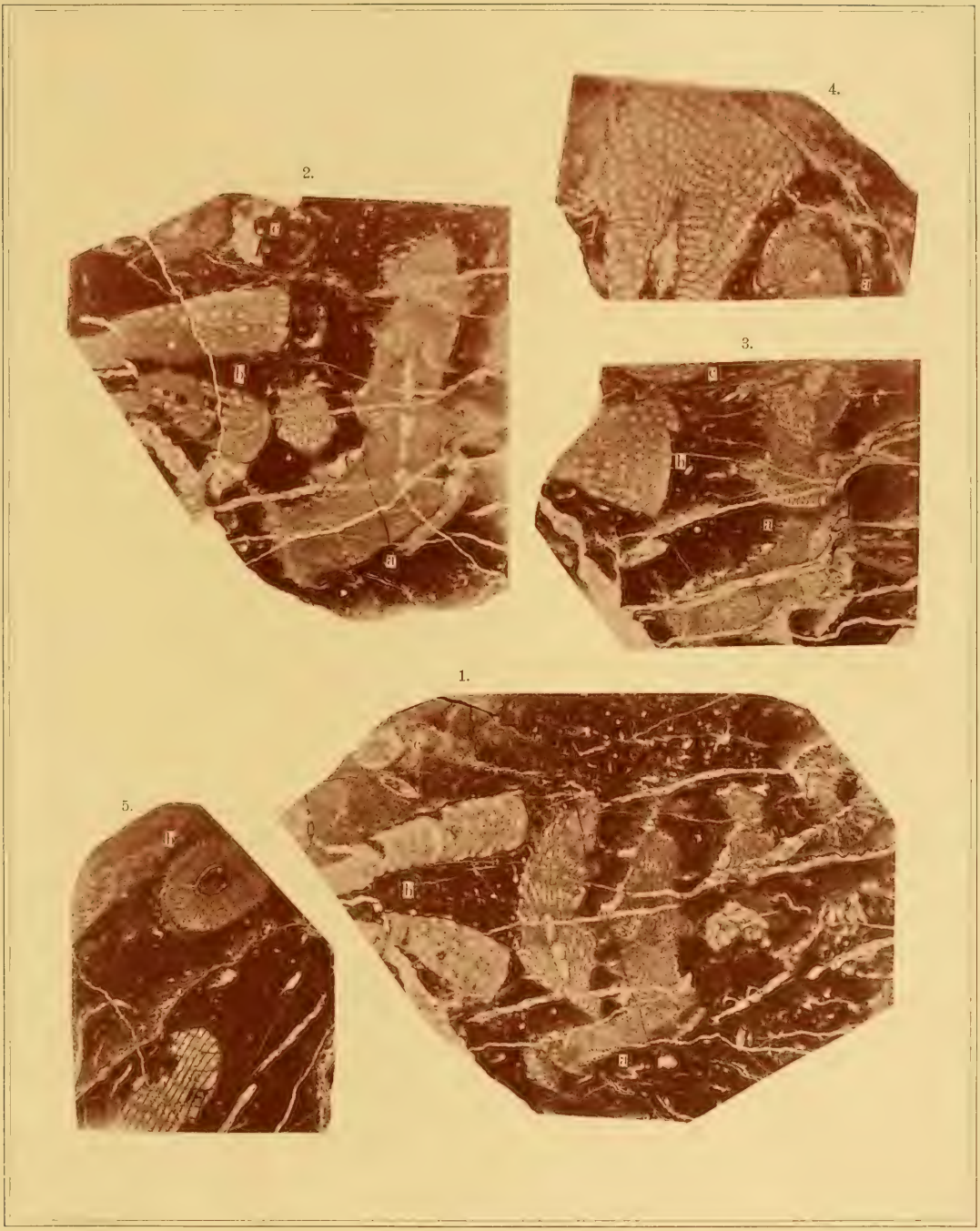
Fig. 4. Dünnschliff rechtwinkelig zu Fig. 3 bei a und c.

bei a. Querschnitt des Stammes von *Coscinocyathus verticillus* (Fig. 1—3 bei a).

bei c. Längsschnitt des freien Kelches (Fig. 1—3 bei c).

Fig. 5. Dünnschliff rechtwinkelig zu Fig. 1—3.

bei b. Querschnitt der Basis des gestielten Kelches (Fig. 1—3 bei b).



Vierfache Vergrösserung.

Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 23.

Tabula XXIV.

Tafel 24.

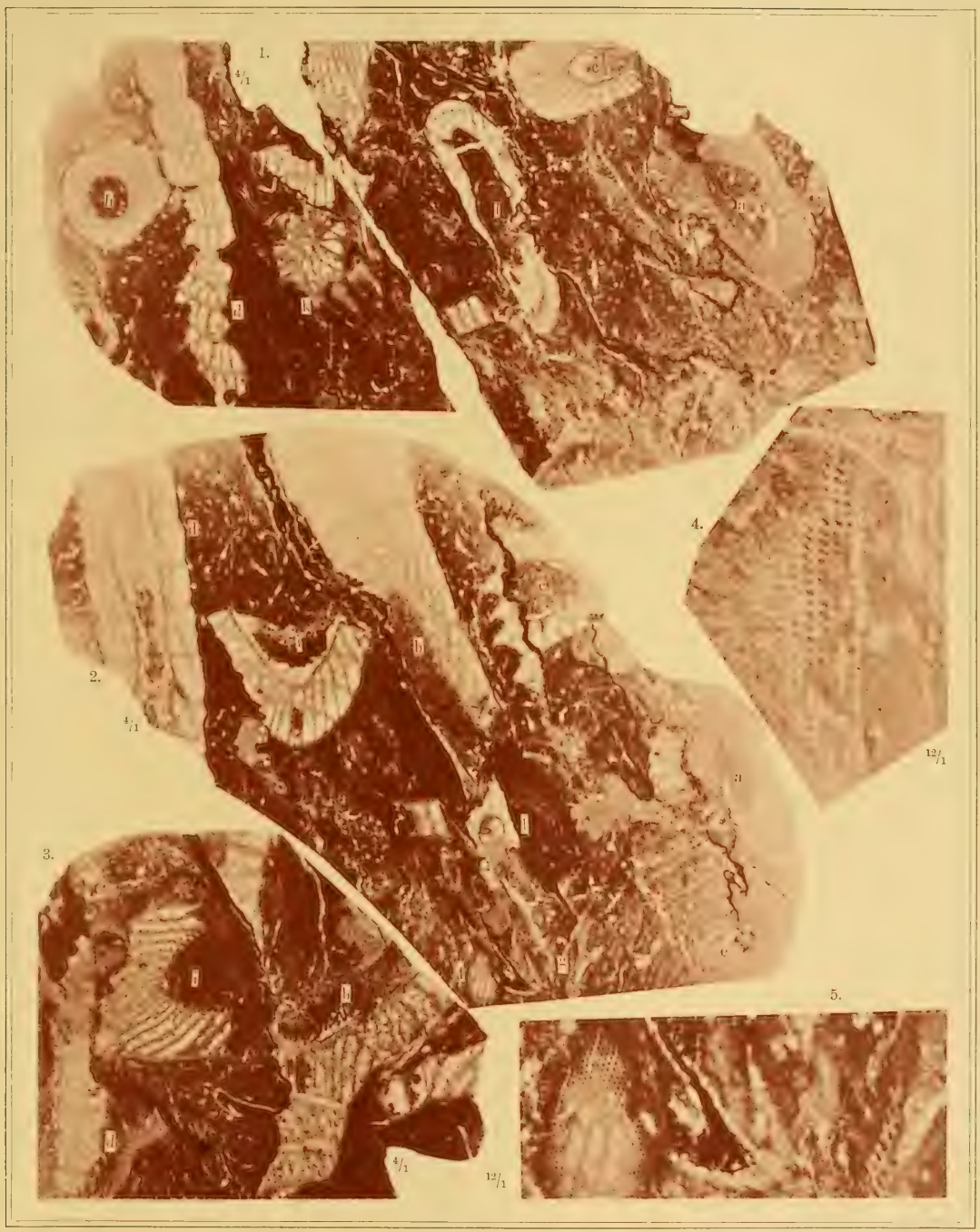
Rother Marmor von San Pietro di Masua.

Fig. 1 bis 3 sind Dünnschliffe paralleler Lamellen, in welchen die ein und denselben Körper betreffenden Durchschnitte mit gleichen Buchstaben bezeichnet sind. Viermalige Vergrösserung.

bei a, d, h. *Coscinocyathus cylindricus.*
bei c und i. *Coscinocyathus Proteus.*
bei e, f, g. *Coscinocyathus anthemis.* ?
bei k. *Coscinocyathus Proteus.* ?
bei b und l. *Coscinocyathus elongatus.*

Fig. 4. Ein Theil von Fig. 1 bei e. Innenwand und Septa von *Coscinocyathus anthemis* ? bei zwölfmaliger Vergrösserung.

Fig. 5. Ein Theil von Fig. 2 bei f und g bei zwölfmaliger Vergrösserung, links die Siebporen der Aussenwand, rechts die groben Poren der Innenwand zeigend.



Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 24.

Tabula XXV.

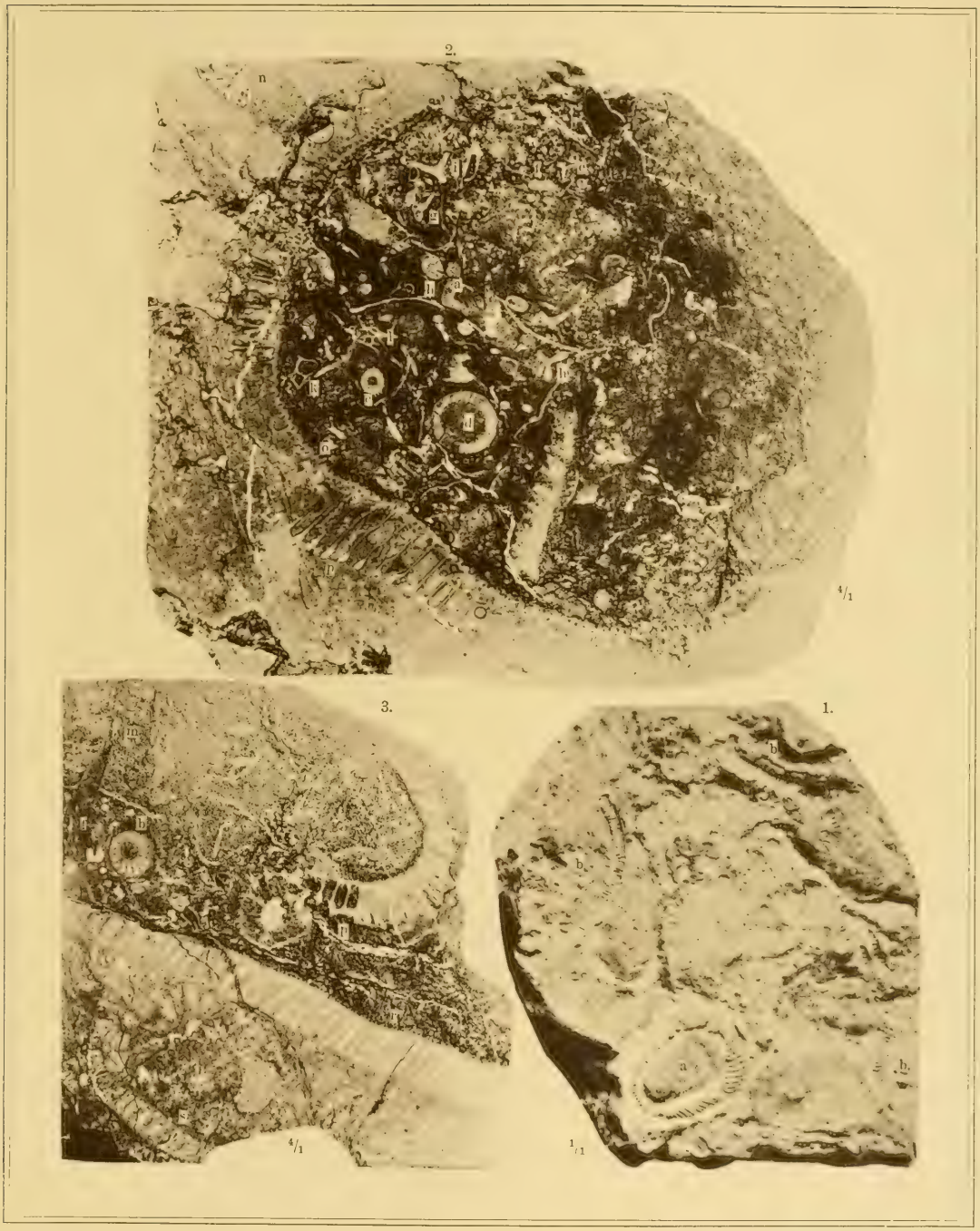
Tafel 25.

Grauer Kalkstein von Cuccuru Contu.

Fig. 1. Photographie in Naturgrösse.
bei a. *Coscinocyathus Pandora.*
bei b. *Coscinocyathus calathus.*

Fig. 2. *Coscinocyathus Pandora.* Schräger Durchschnitt des Kelches Fig. 1 bei a in vierfacher Vergrösserung.
bei a, b, c, d. Embryonale Kelche.
bei e, f, g, h, i. Einfache Zellen und Zellengruppen.
bei k und l. Radiolarienähnliche Körper.
bei n. Junge Protopharetra.
bei o. Innenwand
bei p. Aussenwand } des Mutterkelchs.
(NB. Einige in Fig. 2 sichtbare kreisrunde dunkele Ringe entsprechen Luftblasen, welche aus dem Präparat nicht entfernt werden konnten und mit photographirt wurden.)

Fig. 3 bei b. Embryonaler Kelch.
bei f. Zellengruppen.
bei m. *Coscinocyathus verticillus.* Längsdurchschnitt.
bei p, s. *Coscinocyathus Pandora.* Querschnitte.
bei r. *Coscinocyathus calathus.* Schräger Durchschnitt.
Vergrösserung vierfach.



Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 25.

Tabula XXVI.

Tafel 26.

Grauer Kalkstein von Cuccuru Contu.
Dünnschliffe in vierfacher Vergrösserung.

Fig. 1 und 2. Schräge Durchschnitte von *Coscinocyathus calathus*, darin bei a und b junge Exemplare von *Protopharetra* in verschiedenen Entwickelungsstufen.

Fig. 3. Junge *Protopharetra*, Wurzeln treibend, aus demselben Stück.

Vierfache Vergrösserung.

Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

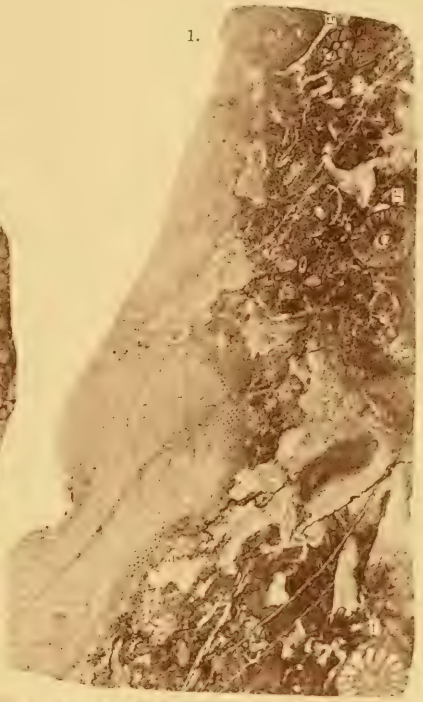
Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 26.

Tabula XXVII.

Tafel 27.

Grauer Kalkstein von Cuccuru Contu.
Dünnschliffe in vierfacher Vergrösserung.

Fig. 1 bei a. *Coscinocyathus calathus.* Längsschnitt.
Fig. 3 bei a und Fig. 4 bei a. *Coscinocyathus calathus.* Querschnitte.
Fig. 2 bei b. *Archaeocyathus acutus.* Längsschnitt.
Fig. 2 bei c und Fig. 3 bei h. *Protopharetra.*
Fig. 2 bei d. Querschnitt eines *Coscinocyathus* nahe der Basis, von Durchschnitten mehrerer Wurzelfasern umgeben.
Fig. 2 bei e. *Coscinocyathus Pandora.* ? Querdurchschnitt.
Fig. 1 bei f. *Anthomorpha margarita.* Querschnitt eines jungen Zweiges.
Fig. 1 bei g. Junge Kelche von *Coscinocyathus.*
Fig. 3 bei i und Fig. 4 bei i. Durch Kalkspath ersetzte Fasergebilde innerhalb eines Kelches von *Coscinocyathus calathus.*
Fig. 3 bei k. Paarige Zellen.



Vierfache Vergrösserung.

Photogr. Anst. v. Römmler u. Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 27.

Tabula XXVIII.

Tafel 28.

Anthomorpha margarita im grauen Kalkstein von Cuccuru Contu.
Vergrösserung vierfach.

Fig. 1. Dünnschliff, Photographie.
Fig. 2, 3. Angewitterte Kelchdurchschnitte.
Fig. 4, 5, 6. Längsschnitte aus dem Kelch a in Fig. 1 und 2.

Vierfache Vergrösserung.

Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 28.

Tabula XXIX.

Tafel 29.

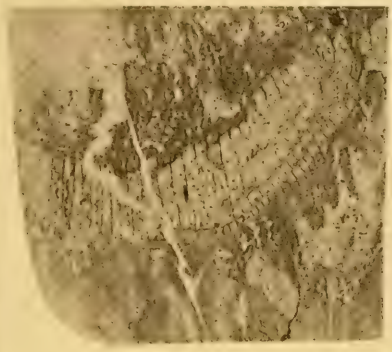
Photogramm von Dünnschliffen in vierfacher Vergrösserung.

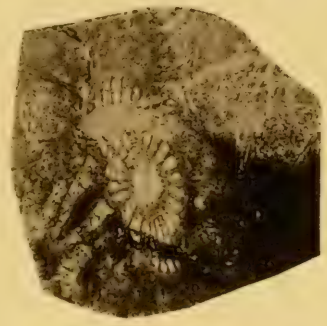
Fig. 1, 2. 3. *Anthomorpha margarita.* Schnitte rechtwinkelig zu dem Präparat Taf. 28. Fig. 1.

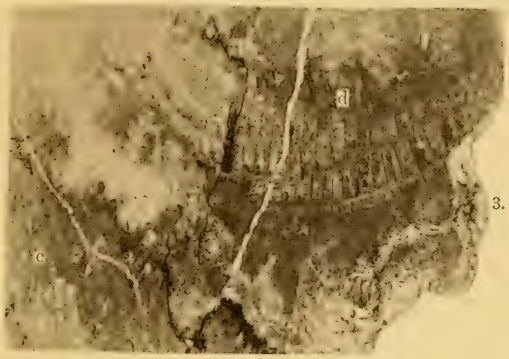
Fig. 4. *Coscinocyathus* sp. Schräger Durchschnitt aus gelblichem Kalkstein von Genna Figu.

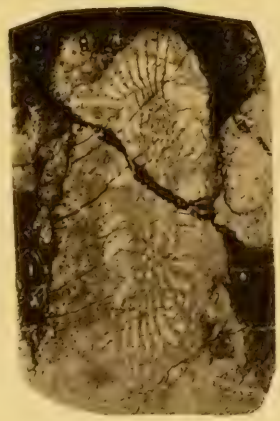
Fig. 5. *Coscinocyathus elongatus.* Schräger Schnitt durch die bewurzelte Basis; ebendaher.

Fig. 6. *Anthomorpha* aus weiss und grün gefärbtem Gestein von Cuccuru Contu.









Vierfache Vergrösserung.

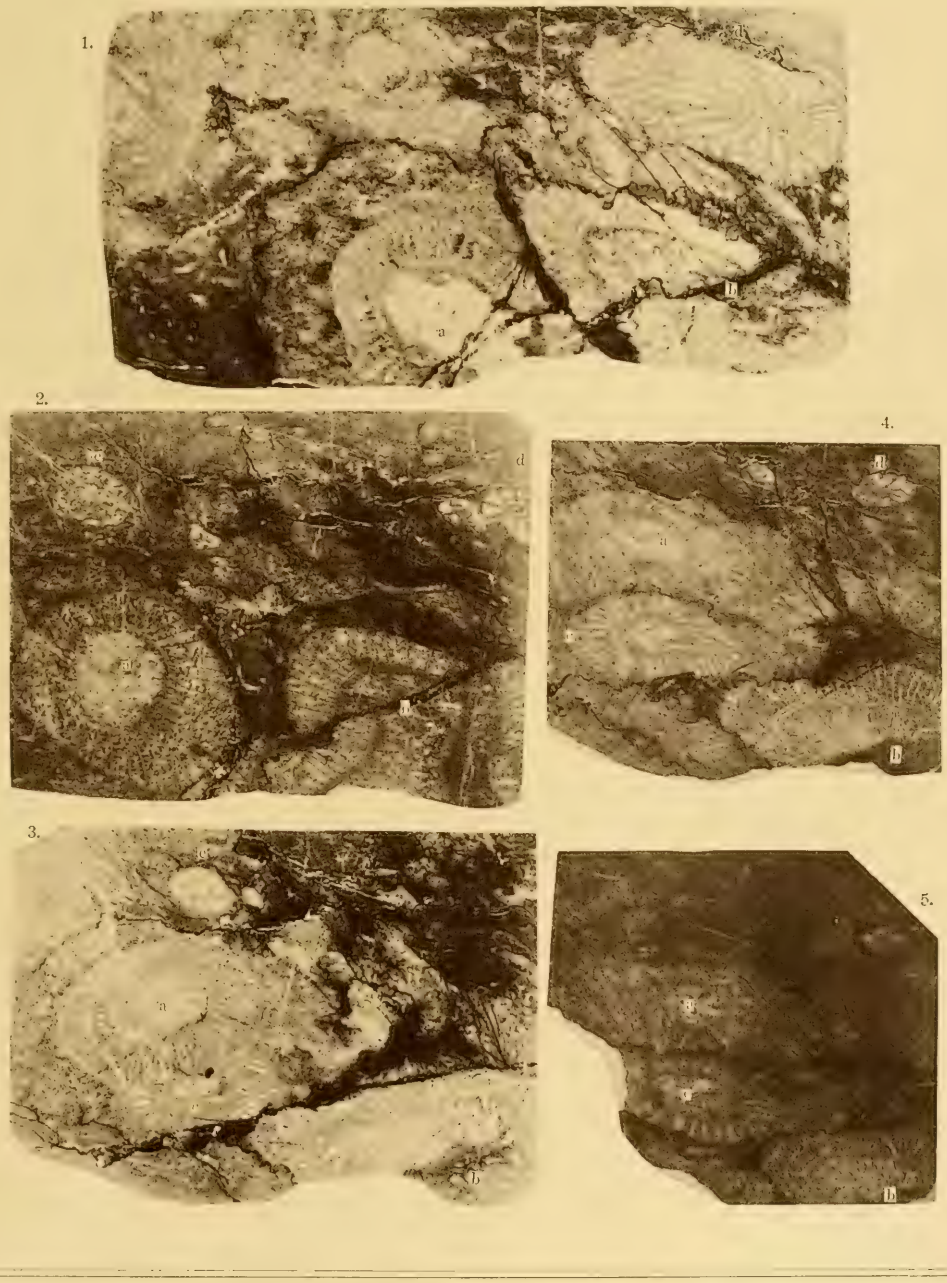
Photogr. Mus. v. Kummler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 29.

Tabula XXX.

Tafel 30.

Gelblicher halbkrystallinischer Kalkstein von Genna Figu.
Dünnschliffe in vierfacher Vergrösserung.
Anthomorpha.
Fig. 1—5 sind parallele Durchschnitte, bei denen dieselben Körper mehrfach getroffen und mit gleichen Buchstaben bezeichnet sind.



Vierfache Vergrösserung.

Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 30.

Tabula XXXI.

Tafel 31.

Schematische Darstellung der verschiedenen Formen von *Coscinocyathus* in Bezug auf die Gestalt und Stellung der Scheidewände.

Fig. 1. *Coscinocyathus tuba.*
Fig. 2. „ *elongatus.*
Fig. 3. „ *cylindricus.*
Fig. 4. „ *cornucopiae.*
Fig. 5. „ *dianthus.*
Fig. 6, 7. „ *verticillus.*
Fig. 8. „ *tener.*
Fig. 9. „ *anthemis.*
Fig. 10. „ *campanula.*
Fig. 11. „ *corbicula.*
Fig. 12. „ *Proteus.*
Fig. 13. „ *calathus.*
Fig. 14. „ *vesica.*
Fig. 15. „ *cancellatus.*
Fig. 16. „ *Pandora.*

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 31.

Tabula XXXII.

Tafel 32.

Archaeocyathus profundus Billings, aus Canada.

Fig. 1. Querschnitt durch die Basis, nicht ganz rechtwinkelig zur Axe.

Fig. 2. Verticaler Durchschnitt desselben Stückes mit dem Anfang des hohlen Kelches.
bei a. Zellgewebe der Basis.
bei b. Aussenwand des Kelches.
bei c. Siebförmige Radialscheidewand.

Die Figuren sind nach angeschliffenen Schnittflächen in dreimaliger Vergrösserung photographirt.

Dreifache Vergrösserung.

Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 32.

Tabula XXXIII.

Tafel 33.

Fig. 1, 2, 3, 4. *Archaeocyathus Marianus* F. Roem. aus Spanien.

Fig. 1. Ansicht des Originalstückes, Copie nach F. Roemer, in Naturgrösse.

a. Seitenansicht.

b. Ansicht des Querdurchschnitts.

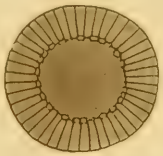
Fig. 2. Querschnitt desselben am oberen Ende.

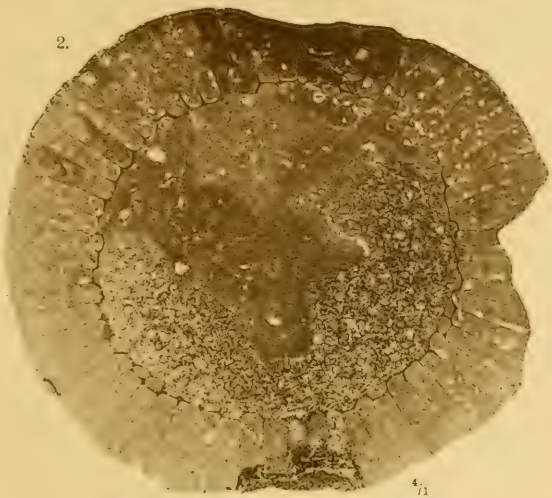
Fig. 3. Querschnitt desselben weiter unten in 68 mm Abstand von Fig. 2.

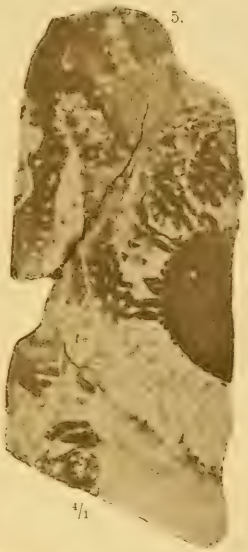
Fig. 4. Längsschnitt des unteren Endes.

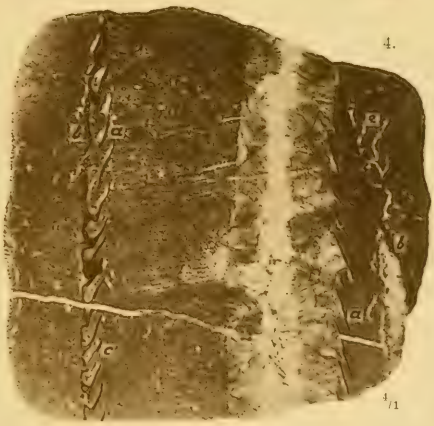
Fig. 5. *Archaeocyathus atlanticus* Billings aus Canada. Querschnitt.

Fig. 2 bis 5 sind nach Dünnschliffen in viermaliger Vergrösserung photographirt.









Photogr. Anst. v. Römmler & Jonas, Dresden.

Bornemann: Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems. Taf. 33.

NOVA ACTA
der Ksl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher
Band LI. Nr. 2.

Die Entwickelungs- und Lebensgeschichte

von

Chaitophorus aceris Koch,

Chaitophorus testudinatus Thornton

und

Chaitophorus lyropictus Kessler.

Drei gesonderte Arten.

(Bisher nur als eine Art, Aphis aceris Linné, bekannt.)

Von

Dr. **H. F. Kessler,** M. A. N.

Mit 1 Tafel Nr. XXXIV.

Eingegangen bei der Akademie den 10. August 1885.

HALLE.
1886.
Druck von E. Blochmann & Sohn in Dresden.
Für die Akademie in Commission bei Wilh. Engelmann in Leipzig.

Bei den Beobachtungen, deren Resultate ich in der Abhandlung „Beitrag zur Entwickelungs- und Lebensweise der Aphiden“ niedergelegt habe[1]), zog ich auch die auf *Acer* vorkommenden Arten heran. An der einen Art *Drepanosiphum platanoides* Koch gelang es mir auch im Jahre 1882, die Entwickelung vom Frühjahr bis zum Herbst zu verfolgen, wodurch ich feststellen konnte, dass diese ebenfalls, wie die in der erwähnten Abhandlung besprochenen Aphisarten, im Anfang Juni ihre bisherige Nährpflanze verlässt, sich anderswo weiter entwickelt, dann wieder vom September an auf die erste Nährpflanze zurückkehrt und da sexuirte Junge zeugt, welche das Winterei hervorbringen. Ob die übrigen auf *Acer* lebenden Aphidenarten dieselbe Entwickelungsweise besassen, konnte ich damals nicht feststellen, weil die Thiere der einzelnen verschiedenen Species nicht nur auf einer und derselben Pflanze, sondern auch auf den einzelnen Blättern durch einander vorkommen, und deshalb eine zusammenhängende Beobachtung der einzelnen Individuen bezw. Arten für sich in den verschiedenen Entwickelungsstadien unmöglich war. Erst im Sommer 1883 gelang es mir, mehrere Arten getrennt auf besonderen Bäumen und Sträuchern zu beobachten und dadurch zu einem bestimmten Resultate zu kommen. Insbesondere war es eine Erscheinung, welche von Anfang an meine Aufmerksamkeit auf sich zog, mir dabei aber lange räthselhaft blieb. Ich sah nämlich im Mai jeden Jahres, dass geflügelte und ungeflügelte Thiere einer mir nicht bekannten Art gelblich weisse, langbehaarte Junge gebaren, während geflügelte und ungeflügelte einer anderen Species grüne Junge zur Welt brachten, deren Körper plattgedrückt

[1]) Nova Acta Band XLVII. Nr. 3.

und mit weisslichen Schuppen umsäumt war. Die weissen Thierchen vereinigten sich zu einer Gruppe für sich, indem jedes nachgeborene Thier sich neben seinen vor ihm geborenen Geschwistern niederliess. Die grünen Thiere zerstreuten sich indess bald nachher wieder, während die weissen lange Zeit beisammen blieben, dann aber auch verschwanden. Was aus denselben geworden war, konnte ich während der beiden ersten Sommer nicht feststellen. Im dritten Sommer ermöglichte ich die Fortsetzung einer Beobachtung vorher schon gesehener Thiere dadurch, dass ich Blätter, woran Gruppen von den weissen und grünen Thieren vorhanden waren, durch Anbinden von Grashalmen oder Fäden besonders bemerkbar machte. Hierdurch wurde es möglich, etwaige Veränderungen an den Thieren alsbald wahrzunehmen. Ich fand dann auch, dass die grünen Thierchen sich einzeln in den Winkeln der Blattrippen niederliessen (wo man sie, weil ihre Farbe von der des Blattes wenig unterschieden ist, leicht übersieht) und da während der ganzen Sommerzeit, also circa 3 Monate lang, unverändert an Grösse und Gestalt sitzen blieben; nur wurde die grüne Farbe etwas blasser. Die meisten Gruppen der weissen Thiere blieben dagegen während derselben Zeit sowohl an Zahl der Thiere als auch an Grösse und Farbe der letzteren unverändert. Von beiden Thierarten vermisste ich im Laufe des Sommers zuweilen nicht nur einzelne Individuen, sondern auch ganze Gruppen derselben. Ueber das Verschwinden derselben blieb ich indess nicht lange im Zweifel; Larven sowohl als auch vollkommene Thiere aus den Gattungen *Coccinella, Chrysopa* etc. erwischte ich wiederholt bei dem Geschäft, mir meine Beobachtungsobjecte wegzufressen. Dass ich nun auf diese Räuber besonders Jagd machte, ist selbstredend. Um denselben und auch anderen ungeflügelten Blattläusen den Zutritt zu den gezeichneten Blättern abzuschneiden, bezw. zu erschweren, umgab ich die Zweige, woran sich diese Blätter befanden, mit Ringen von Brumataleim, welche ich, je nachdem es nöthig war, immer erneuerte. Auf diese Weise gelang es mir, zu sehen, dass gegen Ende August und Anfang September die in Rede stehenden beiden, so zu sagen, einen Sommerschlaf haltenden Thierarten wieder erwachten, sich häuteten und dann sexuirte Junge gebaren, welche das Winterei hervorbrachten. Ich hatte es mithin mit zwei Aphidenarten auf Ahorn zu thun, welche, im Gegensatz zu andern, während ihrer ganzen Entwickelungszeit auf einer und derselben Pflanze bleiben, aber unter dem merkwürdigen

Umstand, dass während der Dauer eines Vierteljahres keinerlei Veränderung mit denselben vorgeht. — Neben diesen beiden beobachtete ich dann noch eine dritte Art auf den Ahornbäumen und Sträuchern, welche auch während der Sommermonate auf ihrer ursprünglichen Nährpflanze bleibt, sich aber da in mehreren Generationen normal weiter entwickelt und dann Anfangs September ebenfalls geschlechtlich getrennte Junge gebärt, welche das Winterei hinterlassen.

Die ausgewachsenen Thiere dieser drei Arten haben die Merkmale der Gattung *Chaitophorus* Koch und die mehr erwähnten weissen, langbehaarten jungen Thiere gehören speciell der Art *Ch. aceris* Koch an, denn ich habe wiederholt gesehen, dass die ungeflügelten Thiere, welche die Merkmale von Kochs Fig. 20. Taf. III. haben[1]), weisse, borstig behaarte Thiere gebaren. Die beiden andern Species konnte ich nach ihren Merkmalen unter keine der bis jetzt beschriebenen Chaitophorusarten bringen. Auch fand ich in der mir zu Gebote stehenden Litteratur nirgends eine Notiz darüber, dass Aphidenarten monatelang unverändert an einer und derselben Stelle während der Sommerzeit sitzen bleiben. Ich musste deshalb diese beiden letzten Arten für neu halten. — Während ich nun mit mir darüber zu Rathe ging, wie ich diese beiden neuen Arten zu benennen haben würde, empfing ich von Herrn Lichtenstein in Montpellier dessen Broschüre „De l'évolution biologique des pucerons en général et du phylloxéra en particulier". Auf Seite 37 sagt derselbe über *Chaitophorus aceris* Folgendes: „Que de merveilles il y a encore à découvrir dans ce petit monde, et, pour ne citer qu'un dernier exemple, que dire de ce puceron brun de l'érable (*Chaitophorus Aceris*), dont deux illustres savants donnèrent à l'Académie un petit fragment d'histoire. La fondatrice brune nous donne déjà deux formes d'émigrantes, l'une ailée verte, l'autre aptère jaunâtre, et voici que ces deux formes nous donnent chacune deux formes de bourgeonnants ou même trois, l'une normale, qui devient bientôt semblable à celle qui l'a créée, l'autre ou les deux autres, tellement différentes qu'on crée pour elles un nouveau genre et un nouveau nom (*Periphyllus testudo*). Ce sont des bourgeons dormants, car, pondus en mai et juin (ici), ils restent six mois sans bouger et sans grossir; à Montpellier,

[1]) C. L. Koch, Die Pflanzenläuse Aphiden. Nürnberg 1857.

ils restent blancs et hérissés de poils; à Paris et dans les Pyrénées, ils sont verts et granis de folioles; arrive octobre ou novembre, et voilà que l'oeil dormant grossit, fait éclater sa peau et nous livre la pseudogyne pupifère. Ce n'est pas tout, à côté d'espèces à mâle ailé et à mâle aptère, le „*Chaitophorus Aceris*“ me donne deux formes de mâle: l'une ailée, l'autre aptère.... C'est ici certainement qu'on crierait „au roman“, si je n'avais pris la précaution d'envoyer mes deux mâles à M. G. Buckton, le plus savant de nos aphidologues contemporains, qui détermine l'espèce rigoureusement, constate le sexe et les figure dans son splendide ouvrage des „British Aphides“.“

Hierdurch veranlasst, wandte ich mich an Herrn Lichtenstein mit der Bitte, mir das, was er selbst an *Chaitophorus aceris* beobachtet habe, in Hauptzügen mitzutheilen, auch die Quellen anzugeben, aus denen ich entnehmen könne, was die zwei erwähnten berühmten Gelehrten der Akademie darüber geschrieben hätten. Herr Lichtenstein erfüllte meine Bitte nicht nur bereitwilligst, sondern gab mir auch noch andere Forscher an, welche über *Chaitophorus aceris* geschrieben haben. — Die beiden Gelehrten sind Balbiani und Signoret. Nach ihren Mittheilungen in „Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences“ Tome XIV. p. 1259 u. fl. machte im Jahre 1852 der englische Naturforscher J. Thornton in den „Abhandlungen der mikroskopischen Gesellschaft“ unter dem Namen *Phyllophorus testudinatus* auf ein halbflügeliges Insekt aufmerksam, welches er auf den Blättern von *Acer campestre* gefunden hatte, und welches er als die Larve einer unbestimmten Species von *Aphis* ansah. Im Jahre 1858 beobachtete Lane Clark dasselbe Insekt und stellte es unter dem Namen *Chelymorpha testudo* zwischen die Familien *Aphididae* und *Coccidae*. 1862 wurde es von dem berühmten holländischen Naturforscher Van der Hoeven unter dem Namen *Periphyllus testudo* beschrieben. Auch er hielt das Insekt für die Larve irgend einer unbekannten Aphisart. Dann lassen Balbiani und Signoret ihre eigenen Beobachtungen und Untersuchungen an diesem Insekt folgen. Beide sehen die erwähnte grüne Thierform *Periphyllus* als die Larve einer braunen Species von Blattlaus auf dem Ahornbaum, nämlich von *Aphis aceris* an, glauben aber die Entdeckung gemacht zu haben, dass *Aphis aceris* die Fähigkeit besitze, zwei Arten von Individuen zu erzeugen, nämlich eine normale, welche sich nach der Geburt in der bekannten Weise fortentwickelt

und damit fähig wird, die Species zu erhalten, und eine anormale, welche während der ganzen Dauer ihrer Existenz die Form beibehält, die sie hatte, als sie zur Welt kam, und unfähig erscheint, sich fortzupflanzen. Diese beiden Formen wären aber in ihren Merkmalen so verschieden, dass man sie nicht nur als zu zwei Species, sondern sogar als zu zwei vollständig verschiedenen Genera gehörig betrachten könne, wenn man nicht gesehen hätte, dass sie von identischen Weibchen, ja sogar von einer und derselben Mutter zur Welt gebracht worden wären. Die eine Form sei indess nichts Anderes, als das von den genannten Autoren unter dem Namen *Periphyllus* beschriebene Genus der Familie der Aphiden. — Nach Darstellung ihrer Beobachtungen im Ganzen gehen dann B. und S. auf Einzelheiten von jeder der beiden Formen folgendermaassen ein: Schon bei der Geburt der Jungen oder auch dann, wenn man den Körper der Weibchen öffnet, bemerkt man, dass die Embryonen bei einigen Weibchen eine lebhaft grüne, bei anderen dagegen eine mehr oder weniger bräunliche oder bräunlichgrüne Farbe haben. Diese letzteren bieten ausserdem keine besonderen Merkmale dar; sie unterscheiden sich von ihren Müttern nur durch diejenigen Merkmale, welche man bei allen Species von Blattläusen zwischen den neugeborenen Individuen und den ausgewachsenen Thieren bemerkt. Einfache Behaarung der einzelnen Körpertheile und Anfänge von Embryonen im Innern ihres Zeugungsapparates haben sie mit ihren Müttern gemein. Nicht so ist es dagegen bei den grünen Individuen. Abgesehen von der grünen Färbung sind die einzelnen Körpertheile derselben anders gebildet als die der braunen Thiere. Besonders aber ist man überrascht über die ausserordentliche Entwickelung und den ungewöhnlichen Anblick ihrer äusseren Körperbedeckung. Diese besteht nicht mehr aus einfachen Haaren, sondern aus schuppenförmigen Blättchen, welche durchsichtig, mehr oder weniger rund oder länglich, und von aus einander laufenden, sich verzweigenden Rippen durchzogen sind. Diese Blättchen bedecken besonders den Rand vorn am Kopfe, das erste Glied der Fühler, welches sehr dick ist, den äusseren Rand der Schienbeine der zwei Paar Vorderbeine und die Seitenränder, sowie den Hinterrand des Hinterleibes. Ausserdem ist die ganze Oberfläche des Rückens vom Abdomen und von dem letzten Abschnitt der Brust mit einer Zeichnung bedeckt, welche das Aussehen einer Mosaikarbeit hat, die aus sechseckigen Feldern besteht, und die nicht ohne Analogie ist mit

der Zusammensetzung der Hornplatten auf dem Rückenschild der Schildkröten. Das ganze Thier ist sehr abgeplattet und gleicht einer kleinen Schuppe, welche auf der Oberfläche des Blattes ruht und da nur bei einer gewissen Aufmerksamkeit aufgefunden werden kann.

Ein anderes bemerkenswerthes Merkmal dieser anormalen Individuen von *Aphis aceris* ist der Zustand ihres im Entstehen begriffenen Zeugungsapparates. Dieser ist beschränkt auf einige Gruppen kleiner, bleicher, wenig sichtbarer Zellen, von denen keine zur Reife gelangt, um sich zu einem Embryo auszubilden, und er bewahrt diesen Charakter so lange, als es möglich ist, das Thier zu beobachten. Die Funktionen der Ernährung vollziehen sich auch nur auf eine wenig kräftige Weise; denn von dem Augenblick seiner Geburt an bis zu dem, wo man aufhört das Thier zu beobachten, erlangt es nur einen schwachen Zuwachs an Grösse, da diese kaum 1 mm erreicht. Die Thiere erleiden keine Häutung, bekommen nie Flügel wie die zeugenden Individuen, und ihre Fühler behalten immer die fünf Glieder, welche sie bei allen jungen Aphiden vor dem ersten Wechsel der Haut zeigen. Jedoch besitzen sie einen gut entwickelten Rüssel und einen Darmkanal, „dessen wurmförmige Zusammenziehung wir deutlich beobachtet haben". Kurz, in dem Zeitraum von mehreren Monaten, während der man sie beobachten kann, d. h. vom Mai bis November, bemerkt man keine Veränderung in ihrem Zustande, und sie verschwinden mit den Blättern, welche sie tragen, ohne dass es möglich ist, zu erkennen, was später aus ihnen wird.

Zur Beantwortung der Frage, welche Bedeutung diese anormalen Individuen hätten, und welche Rolle sie in der Fortpflanzung der Species, zu welcher sie gehören, ausfüllen, weisen Balbiani und Signoret dann nach, dass diese Thiere keine Männchen seien, dass sie überhaupt die Fähigkeit entbehrten, sich fortzupflanzen, dass sie aber der Ursprung zu einer neuen Species werden könnten, wenn die Bedingungen zur Ernährung der Larve, wovon das Erscheinen der sexuirten Thiere abhänge, erfüllt würden.

Balbiani und Signoret sind bei ihren Beobachtungen und Untersuchungen von der Voraussetzung ausgegangen, dass die braunen Thiere, welche man während eines grossen Theiles des Jahres an den Ahornblättern findet, einer und derselben Art angehörten. Diese Annahme ist nach meinen Beobachtungen nicht richtig, weil nicht nur die Urthiere der drei in Rede stehenden

Arten von *Chaitophorus*, sondern auch die ungeflügelten Individuen ihrer unmittelbaren Nachkommen dann, wenn dieselben ausgewachsen sind, mehr oder weniger braun aussehen, und weil die ausgewachsenen Thiere jeder Generation der dritten Art, welche während der ganzen warmen Jahreszeit an den Ahornblättern zu finden ist, dann, wenn dieselben in Menge dicht beisammen sitzen, auch den Totaleindruck von braunen Thieren auf das Auge machen.

Ich selbst habe anfänglich auch geglaubt, dass sämmtliche braune Thiere einer und derselben Art angehörten; erst nachdem ich die Herbstform derselben im Jahre 1883 zu beobachten Gelegenheit hatte, fand ich, dass ich es mit drei, nicht mit einer Art der Gattung *Chaitophorus* zu thun hatte. Weiter war ich im Frühjahr 1884 so glücklich, auch die Urthiere von jeder dieser drei Species aufzufinden, so dass mir nunmehr alle Entwickelungsformen derselben während eines Jahres bekannt sind, und damit jeder Zweifel an der Existenz derselben beseitigt ist.

Aus der irrthümlichen Voraussetzung der beiden französischen Forscher folgt dann auch, dass deren Entdeckung, *Chaitophorus aceris* besitze die Fähigkeit, zwei Arten von Individuen, eine normale und eine anormale, welcher letzteren das Fortpflanzungsvermögen fehle, zu zeugen, ebenfalls ein Irrthum ist. Lichtenstein berichtet ferner, dass *Ch. aceris* auch zweierlei Männchen, nämlich geflügelte und ungeflügelte, zur Welt bringe, was der englische Forscher Buckton, dem er Exemplare davon zuschickte, durch Untersuchung derselben bestätigt habe. Auch in diesem Falle liegen höchst wahrscheinlich Versehen vor, wovon ich weiter unten sprechen werde.

Ich lasse nun eine ausführliche Darstellung der Entwickelungs- und Lebensgeschichte der drei schon mehrfach erwähnten Arten aus der Gattung *Chaitophorus* folgen.

Die schwarzen, glänzenden Eier aller auf *Acer* vorkommenden Aphidenarten findet man theils in den Knospenwinkeln, theils am Ursprung der Knospen an der Aussenseite, und an älteren, kurzen, am Grunde geringelten Zweigen unterhalb der Knospen in den Vertiefungen zwischen den Ringen. Bei jüngeren Bäumen findet man sie auch in Menge an der noch nicht tiefrissigen Rinde des Stammes und der Aeste. Die meisten diesen Eiern entschlüpften Thiere begeben sich im Frühjahr sofort an die kaum

anschwellende Knospe, um das Austreten der ersten Blätterspitzchen abzuwarten, woran sie sich dann niederlassen. Bis dahin senken sie ihren Schnabel in die Deckschuppen der Knospe. Die Urthiere der Chaitophorusarten gehen dagegen meistens nicht an die Knospe selbst, man findet sie vielmehr gewöhnlich unterhalb derselben am Holze (Fig. 15), wo sie sich bis zur Zeugungsreife entwickeln, und erst ihre Jungen wandern an die Unterseite der aus der Knospe austretenden Blättchen. Während man daher an den immer mehr anschwellenden Knospen die jungen Thiere z. B. von *Drepanosiphum platanoides* Schrk. massenhaft sich vereinigen sieht, sitzen unterhalb dieser Knospen die schon viel grösser gewordenen, bald mehr grau, bald mehr braun aussehenden Urthiere der Chaitophorusarten, entweder nur in einem oder einigen Exemplaren, niemals aber in grösserer Menge. Wenn man die Thiere oberflächlich ansieht, kommt man in Versuchung, sie alle wegen ihrer Aehnlichkeit für Thiere einer und derselben Art zu halten; aber erst bei genauerer Betrachtung findet man, dass sie verschiedenen Species angehören, namentlich dann, wenn sie ausgewachsen und damit zeugungsreif geworden sind.

Chaitophorus aceris Koch.

Das ausgewachsene Urthier (Fundatrix) (Fig. 1) hat einen stumpf eiförmigen, 2 mm langen Körper, der auf der Oberseite grünlichgrau und stark glänzend ist. Die Hinterleibsringe sind nicht einzeln zu unterscheiden, sie bilden eine glänzende, stark gewölbte Fläche. Auf der Mitte dieser Wölbung stehen vom Bruststück an nach hinten zwei Längsreihen schwarzer, glänzender, verhältnissmässig starker Höckerchen (Wärzchen), eben so auch je eine Reihe an den Seitenrändern des Hinterleibes. Zwischen diesen Mittelreihen und denen am Rande befinden sich dann noch beiderseits je drei Reihen kleinerer Höckerchen, von denen die mittelste Reihe wieder etwas grössere Punkte enthält als die beiden anderen, so dass also im Ganzen zehn Reihen vorhanden sind, von welchen die beiden in der Mitte und die beiden am Rande beim ersten Blick in die Augen fallen. Von den starken Wärzchen trägt jedes zwei, von den übrigen jedes nur ein Borstenhaar. Die Borstenhaare auf den grösseren Höckerchen sind länger als die übrigen. Der dritte Brustring ist vom ersten Hinterleibsring nur durch eine ganz schwache Vertiefung gesondert; derselbe verschmälert sich etwas nach vorn und trägt acht schwarze Höckerchen von gleicher Grösse. Die zwei vordersten Brustringe sind bedeutend schmäler als der dritte; auf jedem von ihnen stehen nur sechs Höckerchen, welche nicht schwarz, sondern dunkel graugrün sind; dieselbe Farbe hat der Kopf mit seinen Wärzchen. Alle Höckerchen auf dem Bruststück und dem Kopf sind ebenfalls borstig behaart. Die Augen sind ganz schwarz und glänzend; die sechsgliederigen Fühler verhältnissmässig kurz, sie reichen, zurückgelegt, nur bis an den ersten Hinterleibsring, sind in der Mitte grünlichgrau und durchscheinend, am Grunde und an der Spitze ganz dunkelgrau und überall weitläufig behaart. Die Unterseite des Körpers ist flach, weisslichgrau und stark glänzend; hier sind die Hinterleibsringe deutlich zu unterscheiden. An jedem Ring befindet sich beiderseits ein ganz kleiner

schwarzer Punkt, ganz nahe an dem schwarzen Randhöcker. Diese kleinen Punkte bilden eine den Randhöckern parallel laufende Reihe. Die behaarten Beine sind weisslichgrau, Unterhälfte des Schenkels, das Ende der Schiene und die Kralle grünlichgrau; ebenso ist der am dritten Beinpaare endende Schnabel in der Mitte grünlichgrau, am Grunde und an der Spitze dagegen schwarz. Das Schwänzchen ist kurz und schwarz, die Saftröhrchen sind ebenfalls kurz, unten weisslichgrau, oben schwarz. Bei günstigen Witterungsverhältnissen ist das Urthier nach vier Wochen zeugungsreif. Ein Theil der von ihm geborenen Jungen bleibt ungeflügelt, ein anderer bekommt Flügel.

Die ausgewachsenen ungeflügelten Thiere (Fig. 2) sind 2 bis 2,5 mm lang, eiförmig, nach vorn verschmälert und überall gelbweiss, indess kommen auch Gruppen von solchen Thieren vor, welche hellgrün sind. Auf der Oberseite des Körpers befinden sich vom Halsring an über den ganzen Rücken hin zwei ganz dunkelgrüne, aus Flecken und kurzen Strichen bestehende Längsstreifen, welche vorn und hinten dicht neben einander, am breitesten Theile des Hinterleibes aber etwas bogig aus einander laufen. Bei manchen Exemplaren ist an dieser Stelle noch an beiden Seiten ein kleiner Querstreifen, wie in der Kochschen Fig. 20. Taf. III. angegeben ist. Die einzelnen Körperringe sind deutlich von einander geschieden. Beine, Fühler, Schnabel, der bis an das zweite Beinpaar reicht, die kurzen kegelförmigen Saftröhrchen und das kurze Schwänzchen sind wasserhell. An den Beinen sind die Krallen, an den Fühlern die zwei Endglieder und am Schnabel die Spitze schwarz. Die Augen sind dunkelbraun, der ganze Körper, auch die Fühler und Beine, lang borstig behaart. Die Körperfarbe wird während der Zeit des Gebärens nach und nach dunkeler; auch schrumpft der Hinterleib dabei nach und nach ein. — Das Thier, wonach ich diese Beschreibung machte, hatte 26 Junge geboren und enthielt noch 16 weisse, bezw. wasserhelle Embryonen.

Der Körper der ausgewachsenen geflügelten Thiere (Fig. 3) ist ebenfalls 2 bis 2,5 mm lang. Die Grundfarbe desselben ist weisslichgrün, schwarz und glänzend sind dagegen der Kopf, der bedeutend erhöhte Thorax, die Unterbrust und Querbinden auf dem Halsring und auf jedem Hinterleibsring. Diese Querbinden erreichen aber den Rand des Körpers nicht. Auf jedem Ringe befindet sich am Rande eine schwarze Warze mit langen Borsten-

haaren, ebenso sind in den schwarzen Binden Warzen mit langen Haaren. Die Saftröhrchen sind kurz, rein kegelförmig mit breiter Basis und glänzend schwarz. Beine überall wasserhell, nur ist die Kralle schwarz. Fühler, $^3/_4$ der Körperlänge messend, trüb wasserfarbig, nach vorn dunkeler werdend. Beine und Fühler lang behaart; Augen dunkelbraun; Schnabel trüb wasserfarbig mit hellgrauer Spitze, reicht bis ans zweite Beinpaar. Flügel gross, wasserhell, bronzefarbig schillernd, das lanzettliche Randmal schwarz. Das Geäder in den Flügeln ist im Allgemeinen wie bei *Aphis*. Das Thier, wonach ich diese Beschreibung machte, hatte schon einige Junge geboren und enthielt noch 40 weisse Embryonen.

Beide Thierformen, die geflügelten sowohl wie die ungeflügelten, bringen einerlei Junge (Fig. 4) zur Welt, welche folgende Merkmale haben: Die Länge des Körpers beträgt 0,75 mm, die Breite 0,25 mm, hinten etwas breiter. Die einzelnen Körperringe sind deutlich und tief von einander geschieden. Der ganze Körper ist gelblichweiss und überall lang behaart. Die einzelnen Haare sind länger als der halbe Körper. Die Augen kirschroth, die Fühler, Beine und der Schnabel glashell. Die Fühler sind halb so lang als der Körper, fünfgliederig und laufen nach vorn spitz zu. Der Schnabel hat eine dunkelere Spitze und reicht bis zwischen das dritte Beinpaar. Saftröhrchen und Schwänzchen nicht bemerkbar. Diese Thierchen werden gegen Ende Mai von ihren Müttern (geflügelten und ungeflügelten) an der Unterseite der Blätter abgesetzt, wo sie sich in den Winkeln der Blattrippen, meistens in der Nähe des Blattrandes, zu Gruppen (Fig. 15) von verschieden grosser Anzahl, dicht an einander sitzend, vereinigen. Ich habe solche Gruppen beobachtet, in welchen 50 bis 60 Stück beisammen sassen und die dabei immer noch grösser wurden. Nachdem ich die Thiere in einer solchen Gruppe gezählt hatte, bemerkte ich in der Mitte des Blattes ein geflügeltes Thier, welches gerade im Gebären begriffen war und ein Junges durch Hin- und Herbewegen des Hinterleibes von sich losmachte. Sobald dieses Thierchen frei war, kroch es längs der Hauptrippe, in deren Nähe es geboren war, zu der erwähnten Thiergruppe nicht weit vom oberen Blattrande hin und schloss sich derselben an. — Merkwürdiger Weise bleiben diese Thiergruppen, wenn sie nicht durch Feinde beunruhigt oder vernichtet werden, unverändert in ihrer äusseren Form an derselben Stelle des Blattes bis Ende August oder

Anfang September, also ein ganzes Vierteljahr, sitzen; auch geht mit den einzelnen Thierchen keinerlei Veränderung vor, sie häuten sich nicht, sondern keinen Koth ab und werden nicht grösser, nur wird die weisse Farbe derselben mit der Zeit etwas matter und dunkeler. Die Thiere halten einen Sommerschlaf. — Wird eine solche Gruppe blos beunruhigt, so zerstreuen sich die Thiere auf dem Blatte, vereinigen sich aber später wieder oder, was häufiger der Fall ist, sie gesellen sich zu einer anderen Gruppe, wenn diese auf demselben Blatte schon vorhanden war. Während der Monate Juli und August sind ihnen die oben genannten Feinde besonders gefährlich, weil zu dieser Zeit die meisten übrigen Aphidenarten die Ahornblätter verlassen haben.

Zerdrückt man in der Anfangszeit ihres Lebens die gelblichweissen, langbehaarten Thierchen, so entquillt denselben eine ganz kleine Menge wasserhelle Flüssigkeit. Später ist dies nicht mehr der Fall. Alsdann geht der Körper beim Zerdrücken breiig aus einander, und durch Zerschneiden kann man denselben in einzelne Stückchen zerlegen, wie man das mit einer trockenteigigen Masse thun kann. Flüssige Theile enthält der Körper nicht mehr. Und dennoch besitzen die Thierchen in diesem Zustande volle Lebens- und Bewegungsfähigkeit. Am 6. Juli, also 5 bis 6 Wochen nach der Geburtszeit, untersuchte ich eine Gruppe solcher Thiere auf die angegebene Weise. Dieselben liefen, wenn ich sie mit einer Nadel vom Blatte abhob und auf eine Unterlage brachte, munter umher und zeigten dann beim Zerdrücken oder Zerschneiden die vorerwähnten Erscheinungen.

Gegen Ende August erreicht die Lethargie ihr Ende. Die Thierchen schwellen an; die matte Körperfarbe derselben wird lebhafter; die Gruppen lösen sich auf; die Thierchen zerstreuen sich auf dem Blatte und lassen sich an den Rippen, vorzugsweise in den Blattrippenwinkeln, nieder, um hier zu saugen. Sie werden in kurzer Zeit sichtlich grösser, häuten sich innerhalb 14 Tagen mehrmals und haben dann folgende Merkmale: Körper (Fig. 5) eiförmig, 1,25 mm lang, überall gelblichweiss, nur befindet sich auf den vorderen Hinterleibsringen ein unregelmässig geformter, rein grüner Fleck, der aus kleinen Fleckchen oder Punkten zusammengesetzt ist; auf der Mitte des Hinterleibs eine ebenso zusammengesetzte grüne Zeichnung in der Form von einem Y. Die einzelnen Körperringe sind deutlich von einander geschieden; der letzte Hinterleibsring ist mit dem kurzen Schwänzchen plötzlich

verschmälert von dem vorhergehenden Ringe abgesetzt. Der ganze Körper ist weitläufig lang borstenhaarig; die siebengliederigen, wasserhellen Fühler und die Beine tragen dagegen kurze Haare. Die ganz kurzen cylindrischen Saftröhrchen haben die Farbe des Körpers. Der wasserhelle Schnabel mit dunkelerer Spitze reicht bis ans zweite Beinpaar. Die Augen sind ganz dunkelbraun, fast schwarz.

Diese Thiere bringen nach der letzten Häutung lebendige Junge zur Welt, setzen das Gebären 14 Tage bis 3 Wochen fort, schrumpfen immer mehr zusammen und sterben dann. Die Jungen haben am ersten Tage ihres Lebens folgende Merkmale: Körper 0,75 mm lang, fast walzig, nach hinten kaum merklich breiter, Körperringe deutlich von einander geschieden; Kopf und Bruststück weisslich wasserhell, Hinterleib hellgrün, die fünfgliederigen Fühler, Beine, die ganz kurzen Saftröhrchen und der Schnabel wasserhell. Alle Körpertheile weitläufig behaart. Während der nächsten vier Wochen entwickeln sich aus diesen Thierchen zweierlei Formen, nämlich geflügelte Männchen und ungeflügelte Weibchen. Schon bei den 8 bis 10 Tage alten Thieren kann man die Nymphen der geflügelten Männchen durch ihr dickes Bruststück von den weiblichen Thieren unterscheiden.

Die ausgewachsenen männlichen Thiere sind 1,75 mm lang, fast cylindrisch, nach hinten nur ein wenig schmäler. Grundfarbe des Körpers graugrün, Kopf, Halsring, Thorax und eine breite Querbinde auf jedem Hinterleibsring glänzend schwarz, die auf den zwei letzten Ringen weniger breit. Die Binden auf dem Hinterleibe erreichen die Seitenränder nicht, auch sind auf den einzelnen Ringen am Rande keine schwarzen Flecken, wie bei den geflügelten Thieren im Frühjahre. Die schwarze Binde auf dem dritten Ringe von hinten geht bis an die Seitenränder, sie verbindet die beiden Saftröhrchen mit einander. Die Augen sind dunkelbraun, Fühler, Beine und Schnabel bräunlich trübwasserfarbig, nur sind die beiden Grundglieder der Fühler, die vordere Fühlerhälfte, die Krallen der Beine und die Spitze des Schnabels, der bis zum zweiten Beinpaar reicht, schwarzgrau. Saftröhrchen kurz, unten graugrün, am Ende schwarz; Schwänzchen ganz kurz und dunkel. Alle Körpertheile, auch die Fühler und Beine, sind weitläufig behaart.

Der Körper der weiblichen Thiere ist länglich eiförmig und 2 mm lang. Die drei letzten Hinterleibsringe sind plötzlich verschmälert und kurz

spitz zulaufend. Grundfarbe wässerig weiss, Kopf und Halsring aber rein weiss. Das Bruststück und der Hinterleib sehen gelblichgrün aus, was daher kommt, dass das Thier auf dem Bruststück und den ersten Hinterleibsringen einen undeutlich ausgeprägten dunkelgrünen Fleck, auf dem Hinterleibe aber die Yförmige dunkelgrüne Zeichnung hat, welche durch unterbrochene dunkelgrüne Flecken auf dem weissen Untergrunde gebildet wird. Augen hell kirschroth, Fühler, Beine und Schnabel durchscheinend weiss, nur sind die zwei Grundglieder der siebengliederigen Fühler, die Spitze des Schnabels, der bis an das zweite Beinpaar reicht, und die Krallen etwas dunkeler. Die kurzen Saftröhrchen und das kleine Schwänzchen sind gelblichweiss. Behaarung wie beim geflügelten Thiere. Das weibliche Thier setzt 4 bis 6 weisse glänzende Eier an rissige Stellen des Stammes (bei jungen Bäumen), der Aeste und Zweige ab. Dieselben werden mit der Zeit schwarz.

Bis die Weibchen zum Ablegen der Eier kommen, verfliesst verhältnissmässig lange Zeit. Wahrscheinlich warten sie erst die Begattung, die ich nur einmal gesehen habe, ab, weil wenig Männchen vorhanden sind. Während dieser Zeit verdunkelt sich die Körperfarbe immer mehr, so dass die Thiere endlich ganz dunkelgrau aussehen.

Weil, wie oben angeführt, J. Thornton zuerst die mehr erwähnte grüne Form unter dem Namen *Phyllophorus testudinatus* beschrieb und darin die Larve einer noch unbekannten Aphisart vermuthete, weil ferner aber nach meinen Beobachtungen alle übrigen Entwickelungsformen dieses Insekts die Merkmale der Gattung *Chaitophorus* Koch haben, so nenne ich diese Art

Chaitophorus testudinatus Thornton.

Der eiförmige Körper des ausgewachsenen Urthieres (Fig. 6) ist 2 mm lang, oben gewölbt, hinten plötzlich an den zwei letzten Körperringen kurz zugespitzt. Die einzelnen Körperringe sind deutlich zu unterscheiden, namentlich an dem wulstigen Rande des Hinterleibes. Die Grundfarbe ist am ganzen Körper graubraun. Auf der Oberseite des Hinterleibes befinden sich ebenfalls zehn Reihen von Höckerchen (Wärzchen), fast ebenso gruppirt und von derselben Beschaffenheit wie bei *Ch. aceris*. Die Höckerchen auf dem Bruststück und dem Kopf sind dagegen unregelmässig gruppirt und theilweise mit einander verschmolzen, weshalb diese Theile fast schwarz aussehen. Die Augen sind schwarz und glänzend. Die Unterseite des Körpers ist etwas heller als die Oberseite, glänzend und ohne Haare. Die kurzen Saftröhrchen stehen am vierten Leibesringe von hinten am Rande etwas nach innen geschoben, sind oben abgestutzt und da etwas dunkeler als der untere Theil und das hellere Feldchen, womit sie umgeben sind. Das Schwänzchen ist kaum bemerkbar. Die verhältnissmässig kurzen Fühler ($^1/_3$ der Körperlänge) sind graubraun, am Grunde und an der Spitze dagegen dunkeler, sechsgliederig und kurz behaart. Erstes und zweites Glied derselben kurz cylindrisch, das erste dicker als das zweite, das dritte cylindrisch und so lang als die drei folgenden zusammen genommen; viertes, fünftes und sechstes sind unter sich fast gleich lang, das vierte und fünfte vorn etwas verdickt, das sechste läuft spitz zu. Der Schnabel ist am Grunde und an der Spitze

fast schwarz und in der Mitte trübwasserfarbig, überall glänzend und reicht bis zwischen das zweite und dritte Beinpaar. Die Beine sind wässerig graubraun, zweite Hälfte des Schenkels, Anfang der Schiene und die Kralle fast schwarz, kurz behaart und überall glänzend.

Auch von diesem Urthiere werden Junge gezeugt, welche theils ungeflügelt bleiben, theils Flügel bekommen.

Der eiförmige Körper der ungeflügelten Thiere (Fig. 7) ist 2 mm lang, nicht so hoch als breit, grünlichschwarz und glänzend (ohne Loupe gesehen rein schwarz); die einzelnen Körperringe sind in der Mitte erhaben und mit Wärzchen besetzt und diese wieder mit langen Haaren, so dass das ganze Thier ein rauhes Ansehen hat. Die Unterseite des Körpers ist dagegen glatt. Fühler, Beine, Saftröhrchen und Schwänzchen sind graugrün. An den langbehaarten Beinen sind die zweite Hälfte des Oberschenkels, das Ende der Schiene und die Kralle dunkeler, jedoch nicht schwarz. Die langbehaarten, $^3/_4$ der Körperlänge messenden siebengliederigen Fühler, der Schnabel und die kurzen Saftröhrchen sind am Grunde und nach der Spitze hin ebenfalls dunkeler. Der Schnabel endigt zwischen dem dritten Beinpaare. Die Augen sind schwarz.

Der Körper der geflügelten Thiere (Fig. 8) ist ebenfalls 2 mm lang und im Umriss eiförmig. Kopf und Brustst\u00fcck sind oben und unten matt schwarz, der Hinterleib ganz dunkel graugrün, zwischen den einzelnen Ringen jedoch heller, dabei oben glänzend, unten matt. Aus der Ferne sieht der ganze Körper schwarz aus. Die Augen sind tief schwarzbraun und haben nach dem Halsring hin einen Vorsprung. Die langbehaarten Beine sind braungrün, nur die Gelenke, auch die Unterhälfte des Schenkels und der Schiene, sowie die Krallen sind fast schwarz. Die Vorderbeine sind im Allgemeinen heller als die anderen. Die kurzen Saftröhrchen und das kurze Schwänzchen sind ebenfalls schwarz. Die zwei kugeligen Grundglieder der siebengliederigen, $^3/_4$ der Körperlänge messenden behaarten Fühler sind schwarz, das dritte Glied und die erste Hälfte des vierten graugrün, die folgenden dunkeler. Der Schnabel reicht bis zwischen das zweite Beinpaar. Die Flügel bieten keine besonderen Merkmale dar.

Beide Thierformen bringen lebendige Junge zur Welt, welche in ihrer Körperbeschaffenheit vollständig übereinstimmen, nicht etwa verschieden sind.

Ich bemerke ausdrücklich, dass ich wiederholt den Geburtsact, z. B. am 21., 25. und 26. Mai, am 19. und 26. Juni, bei beiden Formen, einmal auch gleichzeitig bei einem ungeflügelten und bei einem geflügelten Thiere, auf demselben Blatte beobachtet habe. Derselbe dauert verhältnissmässig lange, gewöhnlich 15 bis 20 Minuten. In der Regel sitzen die gebärenden Thiere in der Nähe der Hauptrippe oder einer starken Nebenrippe des Blattes, und die eben geborenen Thierchen begeben sich dann in einen der Winkel, welche diese Rippen mit einander machen, oder in die Rinne, welche die Rippe mit dem Blattgewebe bildet. Das eben zur Welt gekommene Thierchen (Fig. 9) ist 0,5 mm lang und weissgrün, wird indess in kurzer Zeit grasgrün, und die ursprünglich längliche Körperform nähert sich mehr der kreisförmigen. Bei genauerer Untersuchung findet man nämlich, dass der Rand des ganzen Hinterleibes mit abstehenden, am Grunde etwas über einander liegenden, weissen, fast elliptischen Schüppchen, die mit Adern strahlig durchzogen sind, eingefasst ist, und welche während des Geburtsacts dicht am Körper liegen, sich dann aber gleich nach dem Austritt aus dem Mutterleibe nach und nach ausbreiten, wodurch das Ganze ein schildlausartiges Aussehen erhält. Eben solche Schüppchen stehen auch an der Vorderseite des Kopfes (gewöhnlich 4) und am ersten und zweiten Fühlerglied je eins. Auch sind die Schienen der glashellen Beine mit ähnlichen Gebilden besetzt. Auf der Mitte des Hinterleibes ist eine leistenartige Erhöhung, welche aus je zwei warzenartigen Theilchen auf jedem einzelnen Leibesringe zusammengesetzt ist. An beiden Seiten dieser Leiste stehen noch je zwei derselben parallel laufende Längsreihen runder, ziemlich scharf begrenzter, flacher, warzenartiger Gebilde, welche an die Hornplatten auf dem Schildkrötenkörper erinnern. Im Ganzen sind sechs parallele Reihen solcher runder Erhöhungen vorhanden. Die ganze Oberseite des Thieres hat ein grünsammetartiges Ansehen. Eine Bedeckung des Rückens mit besonderen Schildchen ist nicht da. Die Fühler und der Schnabel, der zwischen dem zweiten Beinpaare endigt, sind ebenfalls glashell; die Augen braunroth. — Wer diese Thierchen zum ersten Male sieht, hält sie wegen ihrer merkwürdigen Körperform nicht für Blattläuse, und wenn man ein Blatt, worauf dieselben sitzen, so umkehrt, dass die Sonne darauf scheinen kann, so glaubt man kleine Smaragde zu sehen, welche mit Silber umfasst sind.

So lange die gebärenden geflügelten und ungeflügelten Mütter dieser aussergewöhnlich aussehenden Thiere noch thätig sind, und auch noch einige Zeit nach dem Tode derselben sitzen die Thierchen in grösseren und kleineren Gruppen beisammen; später aber zerstreuen sie sich und sitzen einzeln. Alsdann sind sie auch etwas grösser geworden, sie messen 0,75 mm, in allem Uebrigen sind sie aber unverändert geblieben. Wegen ihrer Kleinheit und der matten Farbe, welche sich jetzt von der des Blattes, worauf sie sitzen, wenig unterscheidet, übersieht man sie in den Monaten Juli und August fast ganz, man hält sie deshalb für verschwunden, was ich auch während zweier Sommer zu beobachten geglaubt habe. Die Thiere verschwinden aber nicht von den Blättern. Bei genauer Untersuchung mit der Loupe findet man sie während der Sommermonate in den Blattrippenwinkeln oder in den Vertiefungen neben den Rippen (Fig. 15), aber stets einzeln, selten zu zwei beisammen. Gegen Ende August wird die abgeblasste Farbe derselben wieder lebhafter dunkelgrün, der Körper schwillt etwas an, und nach Verlauf von mehreren Tagen streift das Thier seine Haut zum ersten Male ab und wird grösser. Am dritten Tage nach der ersten Häutung hat es folgende Merkmale. Der Körper ist 1 mm lang, breit eiförmig, mit unbewaffnetem Auge gesehen von dunkelgrauer Farbe. In Wirklichkeit ist aber die Grundfarbe des Körpers blassgrün. Auf der ganzen Oberseite des Körpers befinden sich aber graubraune Höckerchen, wodurch das dunkelgraue Aussehen hervorgerufen wird. Beine, Fühler und Schnabel sind wasserhell, die Saftröhrchen matt grün, die Fühler sechsgliederig, die Augen dunkelbraun. Wenn das Thier ausgewachsen ist (Fig. 10), sieht es gelbgrün aus, der eiförmige, 2 mm lange Körper ist nach vorn verschmälert, hinten breit abgerundet; auf dem Rücken trägt derselbe eine dunkelbraune grosse Zeichnung in Kreuzform, welche der Länge nach vom Kopf an bis an den vorletzten Hinterleibsring reicht und in der Querrichtung auf der Mitte des Hinterleibes die ganze Breite des Körpers einnimmt und drei Leibesringe bedeckt. Diese braune Zeichnung ist bei manchen Thieren gleichmässig dunkel, bei anderen (jüngeren) aber in der Mitte durch die hellere Grundfarbe des Körpers in länglicher oder kreisförmiger Form unterbrochen. Bei vielen Thieren nimmt die braune Zeichnung fast den ganzen Oberkörper ein, so dass die Thiere, flüchtig angesehen, ganz dunkelbraun bis schwarz aussehen; bei näherer Betrachtung

ist aber die Kreuzform noch ganz deutlich zu erkennen. Die Unterkörperseite ist gelblichgrün und glänzend, ebenso der Schnabel, welcher bis zwischen das zweite Beinpaar reicht. Saftröhrchen kurz, unten gelbgrün, am Ende aber dunkelbraun. Die Fühler sind siebengliederig geworden und reichen, zurückgelegt, etwas über die Mitte des Körpers hinaus. Die zwei Grundglieder derselben sind kugelig und etwas bräunlich, das dritte Glied cylindrisch und gelbgrün, etwas länger als das vierte, dieses so lang als das fünfte, das sechste ist am kürzesten und elliptisch; das borstenförmige siebente ist so lang als das fünfte und sechste zusammengenommen; diese drei letzten sind dunkelbraun. Die Beine durchscheinend gelbgrün, nur die Krallen sind dunkelbraun. Alle Körpertheile, auch die Beine und Fühler, sind behaart. Die Augen dunkelbraun. Das Thier, wonach ich diese Beschreibung machte, enthielt sechs Embryonen von verschiedener Grösse, darunter einen mit Augen.

Am 25. September sah ich eins dieser Thiere ein Junges gebären. Dasselbe kam mit dem Hintertheil des Körpers zuerst hervor, war fast rein weiss, wurde aber bald grünlichweiss, Körper 0,75 mm lang, fast cylindrisch, Leibesringe deutlich getrennt; die fünfgliederigen Fühler, die Beine, die kaum bemerkbaren Saftröhrchen und der Schnabel glashell, Augen kirschroth. Drei andere Junge, welche auf demselben Blatte sassen, hatten einen hinten etwas breiteren und fast abgestutzten Hinterleib; der ganze Körper derselben war kurz behaart.

Im weiteren Verlaufe der Entwickelung der in Rede stehenden jungen Thiere machen sich zwei verschiedene Körperformen unter denselben bemerkbar, eine eiförmige und eine mehr cylindrische; die erstere Form bleibt ungeflügelt, die zweite erhält Flügel. An dem mehr cylinderförmigen Körper bemerkt man dann, wenn das Thier erst halbwüchsig ist, dass das Bruststück dicker wird und heller aussieht als der übrige grünlichweisse Körper. Dies ist der Anfang zur Flügelbildung. Schon nach einigen Tagen treten die Flügelansätze deutlicher hervor, auf der Mitte des Hinterleibes entsteht ein länglicher schwarzer Fleck, der mit dem Wachsthum des Thieres immer grösser wird, oder sich in zwei Flecken trennt; die Flügelansätze werden zuletzt wasserhell. Nach der letzten Häutung erscheint

Das geflügelte Thier. Der Körper desselben ist walzig, mit grünlichbrauner Grundfarbe, 2 mm lang; Kopf, Halsring und Thorax glänzend schwarz.

Auf jedem Hinterleibsringe befindet sich ein schwarzer, glänzender Querfleck, welcher das mittelste Drittel des Ringes einnimmt. Der schwarze Fleck auf dem Rücken der Nymphe bildet sich also zu diesen Flecken des geflügelten Thieres aus. Sämmtliche Flecken bilden zusammen einen schwarzen Längsstreifen vom Thorax an bis zum Ende des Hinterteibes; auch sind die beiden Seitenränder des Hinterleibes schwarz, so dass das ganze Thier, oberflächlich betrachtet, schwarz aussieht. Die Beine sind bräunlich, am zweiten und dritten Paar aber die untere Schenkel- und Schienenhälfte sowie die Kralle fast schwarz. Die siebengliederigen Fühler überall schwarzgrün, die Augen rothbraun. Die kurzen Saftröhrchen sind schwarz, der Schnabel bräunlich. Alle Körpertheile, auch die Beine und Fühler, sind weitläufig lang behaart. Die Flügel sind ebenso wie bei den Frühjahrthieren. Diese geflügelten Thiere sind Männchen.

Der Körper der Weibchen ist im Umriss eiförmig, 2 bis 2,5 mm lang und gelblichweiss. Viele Thiere bleiben einfarbig, andere bekommen mit der Zeit mehr oder weniger schwache, unregelmässige, braune Zeichnungen auf der Oberseite; alle werden aber später einfarbig graubraun. Die Fühler, Beine, Saftröhrchen und der Schnabel sind trübwasserfarbig durchscheinend; die Spitzen der siebengliederigen Fühler, der Saftröhrchen und des Schnabels, sowie die Krallen fast schwarz; die Augen rothbraun. Auch bei diesen Thieren sind alle Körpertheile weitläufig lang behaart. Erst nachdem die Thiere die graubraune Farbe erhalten haben, fangen sie an, sich ihrer rothbraunen Eier zu entledigen, wovon sie 10 bis 15 Stück in sich bergen. Zu dieser Zeit sitzen sie nicht mehr an den Blättern, sondern am Grunde der Blattstiele und meistens an den Zweigen, wo sie dann auch in Vertiefungen und an anderen, mehr oder weniger geschützten Stellen die Eier, welche später ganz schwarz werden, absetzen. Noch zu der Zeit, in welcher die Ahornbäume und Sträucher keine Blätter mehr haben, findet man eine Menge weiblicher Thiere an den Zweigen und unter ihnen einzelne geflügelte Männchen. Am 16. October sah ich unter solchen Thieren noch zwei Pärchen, welche in der Begattung begriffen waren.

Chaitophorus lyropictus m.

Das Urthier dieser Art sieht, so lange es noch nicht ausgewachsen ist, mehr oder weniger bräunlichgelb, zeugungsreif geworden aber röthlichbraun aus, und hat einen 2 mm langen, eiförmigen, oben hochgewölbten, unten platten Körper (Fig. 11). Auf der Oberseite desselben befinden sich Längs- und Querreihen von schwarzen Höckerchen mit langen Borstenhaaren, davon sind die Höckerchen der vier mittelsten vom Halsringe an bis zum Hinterleibsende reichenden Längsreihen, sowie die am Körperrande stehenden am grössten. Zwischen den beiden Rand- und Mittelreihen stehen beiderseits noch drei Längsreihen kleinerer Wärzchen, welche Reihen jedoch nach dem Rande hin auf der Mitte des Körpers kürzer werden. Auf dem Halsringe und dem Kopfe stehen die etwas grösseren Wärzchen unregelmässig. Die Saftröhrchen sind kurz und dick, unten von der Körperfarbe, oben schwarz und abgestutzt, kein helleres Feldchen um dieselben. Schwänzchen kaum bemerkbar; Augen schwarz. Die sechsgliederigen Fühler sind wasserhell, die drei letzten Glieder derselben dunkelgrau. Die Beine trübwasserfarbig, untere Hälfte des Schenkels, Anfang der Schiene und die Kralle dunkelgrau. Fühler und Beine borstig behaart. Die Unterseite des Körpers ist an den Brustringen weisslich, nach hinten bräunlichgelb und unbehaart. Der glänzende Schnabel ist an der Spitze und am Grunde schwarz, in der Mitte trübwasserfarbig und endigt zwischen dem zweiten und dritten Beinpaare. An beiden Seiten des Hinterleibes an der Unterseite befindet sich nicht weit vom Rande eine Reihe von sechs kleinen schwarzen Punkten, wovon die einzelnen Punkte den Randwarzen gegenüber stehen. Diese Punkte tragen keine Borstenhaare.

Von diesem Urthier werden ebenfalls lebendige Junge zur Welt gebracht, welche sich theilweise zu geflügelten Thieren ausbilden, während der grössere Theil ungeflügelt bleibt. Die eben geborenen, 1 mm langen Thierchen sind braungelb, haben einen fast walzigen Körper, der sich nach hinten etwas verschmälert und auf der Oberseite in der Mitte zwei und an den Seitenrändern je eine erhabene Längsreihe von Höckerchen mit Borstenhaaren trägt. Die Extremitäten dieser Thierchen sind glashell. Der Körper des

ausgewachsenen ungeflügelten Thieres (Fig. 12) ist 3 mm lang, eiförmig; nach vorn verschmälert, die Farbe desselben dunkelbraun. Die Grundfarbe ist eigentlich hell graubraun, weil aber die Höckerchen oder Wärzchen auf der ganzen Oberseite des Körpers schwarz sind, so erscheint das Thier ganz dunkelbraun. Diese Wärzchen bilden sechs Längsreihen, von denen die zwei mittelsten und diejenigen am Rande die stärksten sind. Zwischen den Rand- und den mittleren Reihen Wärzchen steht beiderseits noch eine Längsreihe kleiner, schwarzer Punkte ohne Haare. Auf jedem der grösseren Höckerchen stehen zwei Borstenhaare, auf den kleineren nur ein Haar. Die kurzen kegelförmigen, unten graubraunen, oben ganz dunkelen Saftröhrchen sind von einem helleren grünlichen Feldchen umgeben. Das Schwänzchen ganz kurz. Beine, Fühler und Schnabel durchscheinend graubraun, das Ende des Schenkels und die Kralle, der Grund und die Spitze des Schnabels dagegen fast schwarz, ebenso die zwei Grundglieder und die zweite Hälfte der siebengliederigen Fühler. An diesen ist das erste Glied kurz cylindrisch und dick, das zweite kugelig, drittes, viertes und fünftes walzig, das dritte am längsten, jedes folgende etwas kürzer als das vorhergehende, das sechste ganz kurz und verdickt, das siebente nadelförmig und fast so lang als das fünfte. Die Beine und Fühler sind weitläufig lang behaart, die Augen ganz dunkel rothbraun. Die Unterseite des Körpers graubraun und glänzend.

Der Körper der geflügelten Thiere (Fig. 13) ist ebenfalls 3 mm lang und eiförmig, die breiteste Stelle am Hinterleibe 1,25 mm. Oberflächlich angesehen, erscheint das Thier schwarz; genauer betrachtet, ist indess die Grundfarbe graugrün. Kopf, Halsring, Thorax und auf jedem Hinterleibsringe eine breite Binde glänzend schwarz. Die schwarzen Binden reichen jedoch nicht bis an den Körperrand. An dem Rande befindet sich auf jedem Hinterleibsringe ein schwarzer Fleck mit zwei Borstenhaaren, auf den einzelnen Ringen selbst und auf dem Kopfe dagegen kleine Höckerchen, ebenfalls mit je zwei Haaren. An der nicht behaarten Unterseite des Körpers ist die vordere Hälfte schwarz, dagegen trägt die hintere graugrüne Hälfte auf jedem Ringe ebenfalls eine schwarze Binde, welche den Rand nicht erreicht. Die Wülste auf dem Thorax und an der Unterbrust sind bedeutend erhaben. Augen dunkelbraun, Saftröhrchen kurz kegelförmig und schwarz. Schwänzchen ganz kurz. Beine, Fühler und Schnabel sind gerade so wie

bei den geschwisterlichen ungeflügelten Thieren. Die Flügel sind gekörnelt, das Geäder in denselben zart, das Randmal nach hinten zugespitzt, die Gabeläste der dritten Querader lang; sonst sind die Flügel wie bei *Aphis*. Diese geflügelten Thiere verlassen die Blätter, worauf sie geboren sind, und begeben sich auf andere, um da ihre Brut abzusetzen. Am 1. Mai waren zwei geflügelte Thiere von einem meiner Versuchsbäume nach einem zweiten in der Nähe stehenden Ahornbäumchen, welches noch ganz thierfrei war, übergeflogen, und noch an demselben Tage sah ich, dass sie an die Unterblattseite Junge absetzten, deren Anzahl sich während der folgenden Tage nicht unbedeutend vermehrte. Bei vier geflügelten Thieren, welche ich auf die Anzahl ihrer Embryonen untersuchte, beträgt die Durchschnittszahl derselben 20.

Beide Thierformen, die geflügelten und die ungeflügelten, gebären ebenfalls Junge, welche sich in ihren Körpermerkmalen gar nicht unterscheiden. Sie sind am ersten Tage ihres Lebens 1 mm lang, fast überall gleich breit, vorn abgestutzt, hinten nur an den zwei letzten Körperringen etwas verschmälert, Körper überall weissgelb, Kopf mehr graugelb, Fühler fünfgliederig und, wie die Beine, wasserhell, beide weitläufig borstig behaart; Saftröhrchen und Schwänzchen kaum bemerkbar, Augen roth, Schnabel wasserhell; zwei Längsreihen, mit langen Haaren besetzte Höckerchen auf dem Rücken, und je eine solche auf den Seitenrändern. — Nach einigen Tagen bemerkt man schon unregelmässige, kleine und grössere, anfänglich grünliche, dann rein grüne Flecken als Anfänge zu der beim ausgewachsenen Thiere so charakteristischen Zeichnung auf der Oberseite des Körpers. Wenn diese Thiere zeugungsreif geworden sind, haben sie folgende Merkmale: Körper (Fig. 14) 2,5 mm lang, birnförmig, gelbweiss, glänzend, alle Körpertheile weitläufig lang behaart, auf dem Kopfe, den drei Brustringen und dem ersten Hinterleibsringe je ein breiter dunkelbrauner Querfleck. Diese fünf Flecken bilden zusammen einen Längsstreifen, der nach hinten breiter ist. Auf dem Rücken des Hinterleibes befindet sich eine leyerförmige ebenfalls dunkelbraune, aus zusammenhängenden Flecken bestehende Figur. Die siebengliederigen Fühler, die Beine, Saftröhrchen, das Schwänzchen und der Schnabel sind durchscheinend trübwasserfarbig. Der Schnabel reicht bis zwischen das zweite und dritte Beinpaar, die Fühler, zurückgelegt, bis in die Nähe der

Saftröhrchen. Die Augen sind hellroth. Bei den Thieren an manchen Bäumen fand ich die Zeichnung auf der Oberkörperseite nicht dunkelbraun, sondern rein grün, bei andern wieder fast schwarz und die einzelnen Flecken, woraus dieselbe zusammengesetzt wird, so gross, bezw. verbreitert, dass die Grenzen der leyerförmigen Figur undeutlich waren, und die ganze Oberseite des Körpers aus der Ferne fast schwarz aussah. Uebrigens wird die ganze Körperfarbe bei allen gebärenden Thieren mit der Zeit ganz dunkel.

Diese ungeflügelten Thiere findet man vom Frühjahr an bis in den Spätherbst hinein an der Unterseite der Blätter der verschiedenen Ahornarten, namentlich aber auf *Acer platanoides* in grosser Menge, junge und alte von verschiedenen Generationen, beisammen. Erst nachdem es mir gelungen war, einzelne kleine Aeste an Bäumen, woran die Thiere sassen, durch Klebringe von Brumataleim zu isoliren, und andere an Bäumchen in Töpfen gesondert zu züchten, habe ich die Anzahl der während eines Jahres auf einander folgenden Generationen annähernd feststellen können. Im Allgemeinen beobachtete ich, dass, nachdem von Ende April an die geflügelten und die ungeflügelten Nachkommen des Urthiers angefangen hatten Junge zur Welt zu bringen (1884 am 27. April), von da an circa alle 14 Tage unter den verschieden grossen Thieren jedesmal auffallend mehr ganz kleine, an der Vorderhälfte des Körpers wasserhelle, an der Hinterhälfte dagegen gelbliche Thierchen erschienen. Gleichzeitig fand ich dann auch eine grössere Anzahl ungeflügelte, jeweilig auch geflügelte Mutterthiere, welche gerade im Gebären begriffen waren. Ich vermuthete in dieser Erscheinung den jedesmaligen Anfang einer neuen Generation. Erst am 5. August war ich so glücklich, zwei gebärende ungeflügelte Thiere an einem Zweige zu finden, welche ich bequem isoliren konnte, und zwar so, dass von keiner Seite her andere Thiere auf das betreffende Blatt kommen konnten. Alle übrigen Thiere, welche ausser den beiden Mutterthieren auf diesem Blatte sassen, entfernte ich, und nach einigen Tagen auch diese letzteren, so dass von jetzt an nur die neugeborenen Thiere allein auf dem Blatte waren. Am 20. August, also nach 15 Tagen, hatten einzelne von diesen zurückgebliebenen Thieren auch schon wieder angefangen Junge zu gebären. Nach einigen Tagen entfernte ich diese gebärenden Thiere auch, um die Anzahl ihrer Nachkommen nicht zu gross werden zu lassen. Unter diesen zählte ich dann am 14. September

schon wieder 10 Junge, welche dieselben geboren hatten, also ebenfalls nach circa 14 Tagen. Durch diese beiden Beobachtungen wurde mithin meine Vermuthung, dass bei *Chaitophorus lyropictus* vom Frühjahr an bis in den Herbst hinein circa alle 14 Tage eine neue Generation erscheine, zur Gewissheit. Hiernach würden mithin, je nach den Witterungsverhältnissen, für ein Jahr 10 bis 12 Generationen anzunehmen sein.

Unter den Thieren der erwähnten letzten Generation zeigten sich während der weiteren Entwickelung derselben solche, welche einen schmäleren Körper hatten und nach und nach Flügelansätze bekamen. Nach der letzten Häutung erschienen dieselben vom 29. September an als männliche geflügelte Thiere. Der fast cylindrische, 1,5 mm lange, glänzende Körper derselben hat eine graugrüne Grundfarbe, Kopf, die Mitte des Halsringes und der Thorax sind graubraun. Auf den Hinterleibsringen befindet sich eine dunkelgrüne Fleckenzeichnung, welche fast dieselbe leyerförmige Form hat, als die bei den ungeflügelten Thieren. Diese Zeichnung ist aber nicht ganz deutlich ausgeprägt. Oberflächlich angesehen erscheint dieselbe als eine unregelmässig zusammengestellte dunkelgrüne Fleckengruppe. Die Augen sind hell kirschroth. Beine bräunlich trübwasserfarbig; die zwei Grundglieder, das fünfte und sechste Glied der Fühler, die Krallen und die Saftröhrchen graubraun, ebenso der Schnabel, welcher bis an das zweite Beinpaar reicht. Körper, Beine und Fühler behaart, Haare kurz und dünn. Fühlerbau und Flügel bieten keine besonderen Merkmale dar. — Beim vorsichtigen Zerdrücken einer Anzahl Männchen gelang es mir bei zweien, den Penis allein aus dem Hinterleibe zu drücken.

Die Eier enthaltenden Weibchen sind 2,75 bis 3 mm lang. Sie verlieren nach und nach die ursprüngliche weissgelbe Farbe und werden dunkeler, auch verschwimmt mit der Zeit die charakteristische braune leyerförmige Zeichnung auf dem Hinterleibe, bis der ganze Körper nach und nach ganz dunkelgrau aussieht. Die hell kirschrothe Farbe der Augen bleibt dagegen. Die Thiere legen bräunlichgelbe, 1 mm lange Eier an möglichst geschützte Stellen der Aeste und Zweige ab. Die Untersuchung auf die Anzahl Eier, welche die Thiere bei sich haben, ergab als geringste Zahl 4, als höchste 9.

Ich habe nun noch das, was der englische Forscher G. B. Buckton über die in Rede stehende Art, resp. 3 Arten geschrieben hat[1]), kurz zu besprechen.

Derselbe behandelt, wie die übrigen Forscher, auch nur die eine Art

„**Chaitophorus aceris** Linn.

Aphis aceris Linn., Fabr., Schr., Scop., Kalt., Walk.,
Chaitophorus aceris Koch, Pass.,
Puceron de l'Erable Reaum., Balb. und Signoret,"

hat aber umfassendere Beobachtungen und Untersuchungen als die übrigen Forscher daran gemacht und in Folge dessen auch mehr einzelne Formen aus der Jahresentwickelung der Thiere beschrieben. Zunächst beschreibt er „das ungeflügelte, lebendige Junge gebärende Weibchen". Nach den angegebenen Merkmalen ist dieses die ungeflügelte, vom Urthier geborene Form von *Chaitophorus testudinatus*. Dann folgt die Schilderung des „geflügelten, lebendige Junge gebärenden Weibchens", und zwar in Abarten. Diejenige Abart unter α ist die von mir oben beschriebene vom Urthier erzeugte Art *Chaitophorus aceris*, diejenige unter β dagegen *Chaitophorus testudinatus*, ebenfalls vom Urthier geboren. Buckton beschreibt dann „die Männchen", und zwar ein ungeflügeltes und ein geflügeltes. Nach der Charakterisirung und der Abbildung auf Taf. LXXVIII. Fig. 4 ist das ungeflügelte Männchen aber gar keine Art von *Chaitophorus*, weil das Hauptgattungsmerkmal (die Borstenhaare am Kopf, Hinterleib, an den Beinen und Fühlern), sowie die Saftröhrchen fehlen, dann aber die in der Figur angebrachten braunen Enden der einzelnen Fühlerglieder, meines Wissens, bei keiner Chaitophorusart vorkommen. Die ganze Figur, auch die Beschreibung des Thieres von Buckton, stimmt fast vollständig mit der Kochschen Figur 283

[1]) G. B. Buckton, Monograph of the British Aphides vol. II. London 1879.

von *Callipterus tilias* L. und der Beschreibung dieses Thieres von Koch überein.

Dass bei einer und derselben Thierart zweierlei Männchen vorkommen sollen, nämlich geflügelte und ungeflügelte, ist an sich schon sehr zweifelhaft; ganz unwahrscheinlich ist es aber, dass eine dieser Arten (hier die ungeflügelte) nicht einmal die Gattungscharaktere besitzen soll. Es dürfte daher die ganze Wahrnehmung von geflügelten und ungeflügelten Männchen bei einer Chaitophorusart auch auf einem Irrthum beruhen. — Bucktons Charakteristik des geflügelten Männchens passt meistens auf das oben (S. 170) beschriebene Männchen von *Chaitophorus testudinatus,* und seine Angaben über das eierlegende Weibchen sind so allgemein gehalten, dass sie auf keine der von mir behandelten Arten speciell passen, wohl aber einzelne Merkmale auf je eine dieser drei Arten. Die Bucktonsche Beschreibung entspricht übrigens vollständig dem Bilde einer Gruppe von Thieren auf einem Ahornblatt, worin die drei Arten *Chaitophorus aceris, Ch. testudinatus* und *Ch. lyropictus* mit Exemplaren von verschiedenem Alter eierlegender Weibchen vertreten sind.

Die zweite Hälfte der Arbeit von Buckton verbreitet sich ausführlich über den „Dimorphismus bei *Chaitophorus aceris*", worin er die oben angeführten Mittheilungen und Beobachtungen von Balbiani und Signoret bespricht und seine eigenen Beobachtungen und Untersuchungen denselben theils zustimmend und ergänzend, theils als nicht damit übereinstimmend hinzufügt.

Unter Bezugnahme auf die obigen ausführlichen Beschreibungen der drei Chaitophorusarten kann ich nunmehr die Ursache zu dem Irrthum, wonach diese drei Arten von den betreffenden Schriftstellern bisher nur als eine Art betrachtet wurden, präciser als oben geschehen ist, ausdrücken. Nicht nur die drei in Rede stehenden, sondern auch noch andere Aphidenarten, z. B. *Drepanosiphum platanoides* Schrk., sieht man im Frühjahr und Herbst gleichzeitig durch einander auf der Unterseite der Blätter verschiedener Ahornarten, namentlich aber auf *Acer platanoides.* Die gebärenden ungeflügelten Thiere dieser Arten bleiben in der Regel bis zu ihrem Absterben an derjenigen Stelle sitzen, an welcher sie anfingen ihre Brut abzusetzen, bilden also einen gewissen Bestand an den Blättern. Dabei wird nicht nur ihre Körperfarbe im Allgemeinen, sondern auch und insbesondere die Farbe der charakteristischen Zeichnungen auf dem Körper immer dunkeler. In diesem Bestande

sind die Thiere von *Chaitophorus lyropictus* mit ihren braunen Abzeichen am meisten vertreten, und vom Frühjahr bis in den Spätherbst hinein in Menge vorhanden. Weil nun die verschiedenen Generationen dieses Genus während der Entwickelungszeit in einander greifen, d. h. beim Auftreten einer neuen Generation immer noch alte Thiere aus den vorhergegangenen Generationen vorhanden sind, und weil während der Sommerzeit die Thiere von *Chaitophorus aceris* und *Ch. testudinatus* mit ihrer aussergewöhnlichen Körperform verschwunden zu sein scheinen, also nicht augenfällig bemerkbar sind; so bekommt man leicht den Gesammteindruck, als seien diese meist braun gezeichneten oder am ganzen Körper braun oder grau aussehenden Thiere alle von einer Art, *Puceron de l'Erable* Balb. u. Signoret. Auch haben die meisten der betreffenden Schriftsteller, wie aus deren Mittheilungen zu entnehmen ist, die Entwickelung der Thiere während eines Jahres nicht ununterbrochen verfolgt, sondern nur periodisch, vorzugsweise nur im Frühjahr und Herbst; ihre gewonnenen Resultate und darauf gegründeten Ansichten mussten deshalb auch fraglicher Natur bleiben.

Tafelerklärung.

Sämmtliche Thierformen sind sehr stark vergrössert gezeichnet, jedoch ohne Rücksicht auf ihr gegenseitiges Grössenverhältniss.

Fig. 1. Urthier von *Chaitophorus aceris* Koch.

Fig. 2 u. 3. Unmittelbare Nachkommen dieses Urthieres.

Fig. 4. Eins der Thiere, welche von diesen ungeflügelten und geflügelten Thieren geboren werden und während der Sommermonate unverändert in Gruppen dicht beisammen an der Unterseite der Blätter sitzen.

Fig. 5. Dasselbe Thier, wenn es im Herbst nach mehrmaliger Häutung zeugungsreif geworden ist.

Fig. 6. Urthier von *Chaitophorus testudinatus* Thornton.

Fig. 7 u. 8. Unmittelbare Nachkommen dieses Urthieres.

Fig. 9. Eins der Thiere, welche von diesen ungeflügelten und geflügelten Thieren geboren werden, während der Sommerzeit einzeln zerstreut an der Unterseite der Blätter unverändert sitzen, und deshalb leicht übersehen werden.

Fig. 10. Dasselbe Thier, wenn es im Herbst nach mehrmaliger Häutung ausgewachsen ist.

Fig. 11. Urthier von *Chaitophorus lyropictus* Kessler.

Fig. 12 u. 13. Unmittelbare Nachkommen dieses Urthieres.

Fig. 14. Eins der ausgewachsenen Thiere, welche von diesen ungeflügelten und geflügelten Thieren geboren und vom Vorsommer an bis zum Spätherbst hinein in einer Reihe von Generationen an den Blättern beobachtet werden.

Fig. 15. Ein Zweig in natürlicher Grösse, woran kleinere und ausgewachsene Urthiere von *Chaitophorus* unter den Knospen am Holze und einige Junge derselben an den Knospen sitzen.

Ein Blatt mit zwei Gruppen von *Chaitophorus aceris* (Fig. 4) und einzeln sitzenden Thieren von *Chaitophorus testudinatus* (Fig. 9), welche während der Sommerzeit unverändert bleiben.

H.F. Kessler: Entwickelungsformen von Chaitophorus aceris Koch, Ch. testudinatus Thornton und Ch. lyropictus Kessler.

NOVA ACTA
der Ksl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher
Band LI. Nr. 3.

Zur

Bildung der Eihüllen,

der Mikropylen und Chorionanhänge

bei den Insekten.

Von

Dr. Eugen Korschelt.
Privatdocent und Assistent am zoologischen Institut der Universität Freiburg i. B.

Mit 5 Tafeln Nr. XXXV—XXXIX und in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Eingegangen bei der Akademie den 10. August 1885.

HALLE.
1887.
Druck von E. Blochmann & Sohn in Dresden.
Für die Akademie in Commission bei Wilh. Engelmann in Leipzig.

Uebersicht des Inhalts.

I. Die Bildung der Eihüllen.

Geschichtlicher Ueberblick und Vorbemerkungen . . . . . S. 5

Die Bildung der Eihüllen bei verschiedenen Insekten:

1. Decticus bicolor . . . . . „ 11
2. Locusta viridissima . . . . . „ 14
3. Meconema varians . . . . . „ 15
4. Oecanthus spec. . . . . „ 16
5. Gomphocerus dorsatus . . . . . „ 18
6. Ephemera . . . . . „ 19
7. Phryganea . . . . . „ 20
8. Sialis lutaria . . . . . „ 20
9. Hydrometra lacustris . . . . . „ 20
10. Notonecta glauca . . . . . „ 21
11. Pyrrhocoris apterus . . . . . „ 22
12. Musca vomitoria . . . . . „ 23
13. Pulex irritans . . . . . „ 24
14. Vanessa urticae und polychloros . . . . . „ 25
15. Sphinx ligustri . . . . . „ 27
16. Aromia moschata . . . . . „ 29
17. Leptura rubro testacea . . . . . „ 30
18. Lycus aurora . . . . . „ 30
19. Rhizotrogus solstitialis . . . . . „ 31
20. Melolontha vulgaris . . . . . „ 31

21. Dytiscus marginalis . . . . . S. 32
22. Carabus nemoralis . . . . . „ 33
23. Bombus terrestris . . . . . „ 35
24. Bombus lapidarius . . . . . „ 36
25. Vespa germanica . . . . . „ 38
II. Die Entstehung der Mikropylen . . . . . „ 39
III. Die Bildung des Chorions und seiner Anhänge bei Nepa cinerea. (Eine abweichende Entstehungsweise des Chitins.) . . . . . „ 44
IV. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen . . . . . „ 57
V. Erklärung der Abbildungen . . . . . „ 66

I. Die Bildung der Eihüllen.

Geschichtlicher Ueberblick und Vorbemerkungen.

Das Chorion. Der erste Forscher, welcher eingehendere Untersuchungen über die Bildung der Insekteneihüllen anstellte und besonders die Entstehung des Chorions genauer untersuchte, war Stein.[1]) Er fand, dass das Chorion aus einer „einfachen Lage plattgedrückter, dicht in einander geschobener und mit den sich berührenden Wänden verwachsenen Zellen bestand, in denen zahllose, überaus feine Körnchen abgelagert waren. Dadurch bekam die ganze Haut ein trübes Aussehen, so dass die Contouren der einzelnen Zellen nicht scharf hervortraten. Durch den trüben Zellinhalt hindurch leuchteten aber die sehr grossen runden, aus einer hellen homogenen Masse bestehenden Kerne, die den grössten Theil der Zellenhöhlung ausfüllten, so dass die Zelle nur als ein schmaler, eckiger Rand die Kerne umgab". So schildert Stein die Entstehung des Chorions von *Gryllus coerulescens*. Er glaubt, dass an der Bildung des Chorions nur „die innerste, an den Dotter stossende Lage der zwischen Dotter und Eiröhrenwand gelegenen Zellenschicht" sich betheilige. „Denn", sagt er, „wenn man ein fast reifes Ei mit seinem noch weichen, aus verschmolzenen Zellen gebildeten Chorion aus dem unteren Fach der Eierröhre unversehrt herausgedrängt hat, bleibt in demselben eine nicht unbedeutende Lage ebenfalls plattgedrückter und durch gegenseitigen Druck ihre Form bestimmender Zellen zurück, die nicht mit einander verwachsen, sonst aber in keinem Punkte von dem das Chorion bildenden Zellen verschieden sind". Die feste, pergamentartige Consistenz des Chorions erklärt Stein dadurch, dass

[1]) Vergl. Anatomie und Physiologie der Insekten. 1. Monographie. Die weiblichen Geschlechtsorgane der Käfer. Berlin 1847.

„sich die ursprüngliche Zellenmembran verdickt, bis sie mit dem, die Zellenhöhlung schon zum grossen Theil ausfüllenden Kern zu einer zusammenhängenden Masse verschmolz. Der lichte Saum der Felder entspräche hier der verdickten Zellmembran, das eigentliche, dunklere Feld dem Zellkerne". Dies gilt für *Pontia rapae*. Auch bei *Pterostichus* erkannte der Verfasser leicht die das Chorion zusammensetzenden Zellen, „deren grosse Kerne auch hier die Consolidirung der ganzen Membran zu vermitteln schienen". *Pterostichus* besitzt ein mit gegitterter Zeichnung versehenes Chorion. In Bezug hierauf erkannte der Verfasser nicht, „welche Veränderungen mit den ursprünglichen Zellen oder ihren Kernen vor sich gehen müssen, um diese Zeichnung hervorzubringen".

Derselben Ansicht wie Stein ist Meyer.[1]) Auch er glaubt, dass das Chorion durch directe Umwandlung der Epithelzellen entstehe oder doch wenigstens durch diese verstärkt werde. Da er nämlich an den beiden Polen der Eierstockseier der Schmetterlinge keine Epithelschicht sah, so glaubte er, dass hier das Epithel nicht an der Bildung des Chorions betheiligt sei. Wie es freilich an diesen Stellen entstehen soll, erklärt er nicht. Im übrigen Umkreis der Eier soll das Epithel, wie gesagt, durch seine Umwandlung zur Verstärkung des (also bereits vorhandenen) Chorions beitragen. Indem die Epithelzellen mit dem Chorion verschmelzen, werden sie dickwandig, verbinden sich fest mit einander und verlieren ihre Kerne.

Leuckart macht in seiner höchst eingehenden Arbeit über den feineren Bau der Schalenhaut der Insekteneier[2]) einige Angaben über die Bildungsweise der Schale. Er meint, dass Stein und Meyer zu weit gehen, wenn sie das ganze Chorion aus einer directen Umwandlung von Epithelzellen entstehen lassen. Zwar schreibt auch er der äusseren Schicht des Chorions einen solchen Ursprung zu, meint aber, dass für die inneren Schichten, an welchen eine zellige Struktur nicht zu bemerken ist, die directe Metamorphose aus Zellen noch nicht genügend nachgewiesen sei; er habe sich nicht mit Sicherheit von derselben überzeugen können. Die Möglichkeit

[1]) Ueber die Entwickelung des Fettkörpers, der Tracheen und der keimbereitenden Geschlechtstheile bei den Lepidopteren. Zeitschrift für wiss. Zool. Bd. I, 1849.

[2]) Archiv für Anatomie und Physiologie, 1855.

einer solchen Bildungsweise will er freilich auch für diese homogenen strukturlosen Schichten durchaus nicht in Abrede stellen.

Meissner[1]) spricht sich ebenfalls dahin aus, dass das Chorion durch Verschmelzung von Epithelzellen entstanden, und dass diese Zusammensetzung aus Zellen noch mehr oder weniger deutlich am Chorion zu erkennen sei. Dagegen leugnet Leydig[2]) durchaus, dass die zelligen Zeichnungen des Chorions von einer Zusammensetzung aus wirklichen Zellen herrühren, sondern er behauptet, dass sie nur die Abdrücke der die Schalenhaut absondernden Epithelzellen darstellen. Aehnlicher Meinung scheint auch Leuckart[3]) in einer späteren Arbeit zu sein, indem er die Eihäute als „Absonderungsproducte der Epithelzellen" bezeichnet. Desgleichen nimmt Kölliker[4]) an, dass das Chorion nichts Anderes als eine Zellenausscheidung, eine Cuticularbildung sei. Die Irrthümer von Stein und Meyer seien leicht möglich gewesen, da zur Zeit, als sie ihre Untersuchungen ausführten, Zellenausscheidungen als Ursachen so complicirter Bildung überhaupt noch nicht bekannt gewesen seien. Kölliker meint übrigens, dass das Chorion nur zum Theil eine Ausscheidung der Epithelzellen darstelle, zum andern Theil aber von der Dotterhaut aus gebildet werde. Durch diese Annahme würden aufs Einfachste alle die sonderbaren Bildungen der Schale erklärt. Wir werden in unseren späteren Darstellungen zeigen, dass auch diese Annahme nicht richtig ist, und dass sich die Erklärung der complicirten Schalenbildung auf noch einfachere Weise ergiebt.

Lubbock[5]) lässt die Eischale gleichfalls als Secretionsproduct der Epithelzellen entstehen, und auch Weismann[6]) sagt, dass das Chorion

[1]) Beobachtungen über das Eindringen der Samenelemente in den Dotter. Nr. II. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VI, 1855.

[2]) Lehrbuch der Histologie, 1857, p. 547.

[3]) Die Fortpflanzung und Entwickelung der Pupiparen. Abhandlungen der Naturforsch. Gesellschaft in Halle, 1858.

[4]) Untersuchungen zur vergl. Gewebelehre. Verhandlungen der Phys.-Med. Gesellschaft in Würzburg. Bd. VIII, 1858.

[5]) On the ova and pseudova of insects. Philosophical Transactions of the Royal Soc. 1859. Vol. 149. London 1860.

[6]) Die nachembryonale Entwickelung der Musciden. Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. XIV, 1864.

zweifellos eine Cuticularbildung sei, wenn es auch in manchen Fällen täuschend so aussehe, als bildeten die Epithelzellen selbst durch Verschmelzung das Chorion.

Sehr eingehende Angaben über die Entstehung des Chorions als cuticulares Secretionsproduct des Eierstockepithels macht Leydig in seiner Abhandlung: „Der Eierstock und die Samentasche der Insekten".[1]) Seine Beobachtungen beziehen sich besonders auf zwei Formen, *Harpyia* und *Timarcha*. Er schildert, wie die verschiedenen Schichten des Chorions nach einander zur Ablagerung gelangen, wie die pneumatischen Räume desselben dadurch entstehen, dass die Zellen in Zapfen auswachsen, über welche sich „kappenartig die homogenen Häute (als Cuticularbildung) schlagen", wobei die grösseren Zapfen noch von haarförmigen Ausläufern der Zellen umgeben sind. — Bei *Timarcha* beobachtete er, dass die Epithelzellen in einen feinen Haarbesatz ausgewachsen waren, so dass sie wie Flimmerzellen erschienen. Die Härchen ragten in das noch weiche Chorion hinein. Daraus schloss Leydig, dass um diese cilienähnlichen Ausläufer sich der von den Zellen abgeschiedene Stoff absetze, und dass durch Schwinden der Fortsätze in der mittlerweile erhärteten Substanz des Chorions die Porenkanäle entstehen.

Leydig vergleicht die Chorionbildung mit der Entstehung des Hautpanzers der Arthropoden und findet grosse Aehnlichkeit zwischen beiden Vorgängen.

Es ist merkwürdig, dass nach Leydigs klarer und, wie wir später sehen werden, durchaus sachentsprechender Darstellung der Chorionbildung der genannten beiden Formen dennoch wieder eine andere Anschauung über die Entstehung des Chorions Platz greifen konnte. Und doch sehen wir v. Siebold in seinen Beiträgen zur Parthenogenesis der Arthropoden (Leipzig 1871) wieder zu der alten Ansicht von Stein zurückkehren, obwohl er die Ausführungen Leydigs kannte; er citirt fortwährend dessen einschlägige Arbeit. — v. Siebold giebt direct an, dass sich das Epithel von der Tunica propria der Eiröhre trenne und sich zum Chorion des von ihm umschlossenen Eies umwandle.

[1]) Nova Acta der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Band 33. Nr. 2.

v. Nathusius[1]) lässt merkwürdiger Weise die äussere Begrenzungshaut der eigentlichen Eiröhre, welche wir als Tunica propria bezeichnen, zur Eischale werden. Seine Abbildungen und die Beschreibung lassen über diese Auffassung keinen Zweifel. Bei der Ausbildung der Schale soll dann auch das Epithel einen Antheil haben, und da dasselbe ja nach innen von der Tunica propria liegt, so kann dieser Antheil kein anderer sein, als dass es sich direct zum Chorion umwandeln muss. Dass das Epithel aber „allein für die Formbildung entscheidend sei, — wie man sich dies bei dem sehr bequemen, aber ebenso nichtssagenden Ausdruck „Cuticularbildung" denkt", bestreitet v. Nathusius. Die Untersuchung der Schalenstruktur bezeichnet v. Nathusius als ein „Thema, das einer eingehenden Bearbeitung gewiss würdig ist, aber eben deshalb nicht fragmentarisch behandelt werden darf", weshalb er seine Bemerkungen mit dem oben Citirten abbricht. Wir werden in den folgenden Untersuchungen über die Entstehung des Chorions und seiner Anhangsgebilde sehen, dass v. Nathusius absprechendes Urtheil über das Chorion als Cuticularbildung nicht gerechtfertigt ist.

Die späteren Autoren Ludwig[2]) und A. Brandt[3]) halten zwar im Gegensatz zu v. Siebold die Entstehung des Chorions als cuticulares Secretionsproduct der Epithelzellen fest, doch meint der erstere Forscher, dass „erneuerte und ausgedehntere Untersuchungen auf diesem Gebiete angezeigt erscheinen". Dieselbe Ansicht sprach auch mein verehrter Lehrer, Herr Geheimrath Leuckart, aus, als er mich im Frühjahr 1883 freundlichst auf diesen Gegenstand aufmerksam machte. Auch ihm schien zwar die cuticulare Bildungsweise des Chorions die wahrscheinlichste zu sein, doch war sie ihm nicht sicher genug nachgewiesen. Ich stellte daher Untersuchungen an einer grösseren Anzahl von Insekten an, mit der Absicht, die Entstehungsweise des Chorions genauer zu studiren und dieselbe möglichst klar zu legen. Dabei ergaben sich recht interessante Verhältnisse, wie sie im Nachfolgenden näher beschrieben werden.

[1]) Nachtrag zu der Mittheilung über die Schale des Ringelnattereies und die Eischnüre der Schlangen, Batrachier und Lepidopteren. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 21, 1871.

[2]) Ueber die Eibildung im Thierreiche. Würzburg 1874. Arb. aus dem zool. Institut der Univ. Würzburg. Bd. I.

[3]) Ueber das Ei und seine Bildungsstätte. Leipzig 1878.

Die Dotterhaut. Das Vorhandensein einer innerhalb des Chorions gelegenen Eihülle ist von verschiedenen Forschern in Abrede gestellt worden; auch Stein konnte sich nicht mit Bestimmtheit von ihrer Existenz überzeugen. Dagegen hat sie Meissner[1]) bestimmt erkannt. Er vergleicht sie der Zellmembran und lässt sie vom Ei ausgebildet werden. Wo er eine doppelte Hülle nicht mit Sicherheit nachweisen konnte, vermuthet er viel mehr eine Unvollständigkeit der Beobachtung oder die Abwesenheit des Chorions, als das Fehlen einer Dotterhaut. Meissner führt auch eine Anzahl anderer Forscher auf, welche vor ihm bei einzelnen Insekten eine Dotterhaut nachwiesen.[2])

Ungefähr zur nämlichen Zeit wie Meissner beobachtete auch Leuckart die Dotterhaut und beschreibt sie in seiner Mikropylenarbeit von einer Menge Insekten. Er giebt an, dass die Dotterhaut früher als das Chorion gebildet werde.

Weismann[3]) bezeichnet die Dotterhaut, was Meissner nicht direct aussprach, als eine erhärtete Rindenschicht der Eimasse; sie entspricht also ihrer Entstehung nach einer Zellmembran. Ganz die nämliche Ansicht äussert Leydig[4]) über die Bildung der Dotterhaut. Dagegen leugnet Waldeyer[5]) wieder das Vorhandensein einer solchen bei den von ihm untersuchten Insekten (*Musca vom.* und *Vanessa urt.*). Er sagt: „Niemals habe ich eine sogenannte innere Dotterhaut constatiren können, stets fand ich das Dotterprotoplasma der definitiven Eizelle nackt an den Follikelepithelzellen liegen.“ — Ich darf wohl gleich an dieser Stelle bemerken, dass sich Waldeyer hierin geirrt hat, denn sowohl bei *Musca vom.* wie bei *Vanessa urt.* ist eine Dotterhaut vorhanden, nur dass sie bei der ersteren Form ziemlich spät, später als die erste Anlage des Chorions entsteht.

Die in Folgendem niedergelegten Beobachtungen sind fast ausnahmslos an Schnitten angestellt, da sich die betreffenden Verhältnisse meist nur an solchen wirklich erkennen lassen; es betrifft dies zumal die Bildung des

[1]) a. a. O.
[2]) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VI, p. 291.
[3]) a. a. O.
[4]) Eierstock und Samentasche. Nova Acta etc. XXXIII, 1867.
[5]) Eierstock und Ei. Leipzig 1870.

Chorions, welches sich oftmals kaum von der darüber liegenden, zuweilen sehr ähnlich gestalteten Epithelschicht unterscheiden lässt. — Die Ovarien wurden, nachdem sie dem Thiere möglichst rasch entnommen waren, sofort in conc. Sublimatlösung gebracht. Die Präparation der Thiere nahm ich in 0,75procentiger Kochsalzlösung vor. Zartere Thiere, welche ganz geschnitten werden mussten, um das Ovarium unverletzt zu erhalten, wurden in heissem 30procentigem Alkohol abgetödtet.

In Bezug auf die äussere Gestaltung der Eier, deren Chorionbildung ich zu schildern haben werde, verweise ich auf die inhaltreiche und höchst eingehende Abhandlung Leuckarts: „Ueber die Mikropyle und den feineren Bau der Schalenhaut der Insekteneier". Darauf speciell einzugehen würde mich hier zu weit führen, und ich werde eine solche Beschreibung der Eier nur dann geben, wenn sie zum Verständniss unumgänglich nöthig, resp. wenn sie in der erwähnten Arbeit nicht schon enthalten ist.

Die Bildung der Eihüllen bei verschiedenen Insekten.

I. Orthopteren.

1. Decticus bicolor.

Das Chorion von *Decticus* besteht aus einer dickeren inneren und einer weniger dicken äusseren Lage (Taf. 1. Fig. 3—4). Die erstere ist tief braun, die letztere hell gefärbt, jene scheint dichter, diese weniger dicht zu sein. Beide sind von homogener Beschaffenheit. Die Oberfläche des Chorions zeigt eine polygonale Felderung, die durch erhabene, dem Chorion aufliegende Leisten hervorgebracht wird (Taf. 1. Fig. 5). In der Mitte jedes Feldes befindet sich eine kleine kreisrunde Vertiefung (Taf. 1. Fig. 5). Die Leisten sind besonders an den Polen des Eies scharf ausgeprägt. In der Gegend der Mikropylen sind sie bedeutend breiter und höher als auf der übrigen Fläche, dagegen sind die Felder kleiner. Die obere Schicht des Chorions zeigt hier eine feine Strichelung, deren Entstehung wir später kennen lernen werden. Diese Lage entspricht dem von Leuckart als Wall bezeichneten Theile des Chorions. Auf ihr erheben sich die Leisten als zarte, nach oben verbreiterte Gebilde. Durch Umbildung der Leisten entstehen die trichterförmigen Mundstücke der Mikropylkanäle (Taf. 1. Fig. 6 bei M). Letztere münden also nicht auf den Feldern, sondern auf der Höhe der Leisten nach aussen. Die

Mikropylkanäle verlaufen nicht gerade nach unten, um sich sofort in das Innere des Eies zu öffnen, sondern beschreiben einen Bogen, so dass die innere Oeffnung immer eine Strecke seitwärts von der äusseren entfernt liegt (Taf. 1. Fig. 6).

Die Bildung des Chorions beginnt damit, dass das Epithel der Eikammer nach innen ein äusserst feines glashelles Häutchen abscheidet, welches ganz der Tunica propria ähnelt, so dass dadurch das Epithel auf beiden Seiten ganz das nämliche Aussehen erhält. Die Dotterhaut ist in diesem Stadium bereits vorhanden; sie wird früher gebildet als das Chorion.

Das zarte cuticulare Häutchen wandelt sich allmählich durch fortwährende Verdickung und gleichzeitige Braunfärbung zu dem festen Chorion um. — Etwas verschieden, je nach ihrer Gestaltung, geht die Bildung der Leisten vor sich, doch gilt zunächst für sie gemeinsam folgender Vorgang: Es wird, nachdem der homogene Theil des Chorions abgeschieden ist, die Secretion an den Rändern der Zelle eine stärkere. Allmählich zieht sich die Masse der Zellen vom Chorion zurück, während ihre nach innen gerichteten Enden an diesem haften bleiben. Indem sich nun zwischen diesen Enden der einzelnen Zellen Zwischenräume bilden, entstehen an den Zellen zapfenartige Fortsätze, um die herum die Leistenbildung ihren Fortgang nimmt, entsprechend der vorherigen stärkeren Secretion an den Zellgrenzen (Taf. 1. Fig. 1 u. 2). Die Form der Fortsätze richtet sich nach der Höhe der abzuscheidenden Leisten und ist demnach eine verschiedene in den verschiedenen Regionen der Eioberfläche. So sind die Fortsätze an den Seiten des Eies kurz und breit (Taf. 1. Fig. 2), an den Polen dagegen und besonders in der Gegend der Mikropylen, wo die Leisten die grösste Höhe erreichen, lang und schmal (Taf. 1. Fig. 1). Jede Zelle hat nur einen Fortsatz, so dass also jedem Chorionfelde eine Zelle entspricht, die dessen Begrenzung entstehen lässt. Die Leiste verläuft dicht um das verbreiterte Ende des an dem betreffenden Felde festhaftenden Fortsatzes. — Taf. 1. Fig. 7 zeigt das dem noch nicht braun gefärbten Chorion aufliegende Epithel; man erkennt, dass die Leisten den Zellgrenzen entsprechen; sie färben sich zu dieser Zeit noch (durch Karmin) dunkelroth.

Die Abscheidung der Chitinsubstanz durch die Fortsätze scheint in anderer Weise zu erfolgen, als dies bei der ersten Bildung des Chorions der

Fall ist. Letztere lieferte eine völlig homogene Cuticula und auf diese Weise wird wohl auch das übrige homogene Chorion gebildet. Die Fortsätze dagegen scheiden das Chitin als äusserst feine Körnchen aus, die sich besonders dicht an den bereits durch die stärkere Secretion an den Zellgrenzen markirten Leisten ablagern (Taf. 1. Fig. 5), und zwar gilt dies besonders für die Leisten in der Gegend der Mikropylkanäle, welche in Folge dieser Anlagerung so breit werden, dass das eigentliche Feld nur als eine verhältnissmässig kleine Oeffnung zurückbleibt. So entsteht der „Wall" Leuckarts, auf dem sich die Leisten erheben, und den wir vorhin als oberste Schicht des Chorions bezeichneten.

Die Leisten werden Anfangs, wie schon kurz erwähnt, durch Karmin stark roth gefärbt, verlieren aber dieses Färbungsvermögen, wenn sie die braune Chitinfarbe allmählich annehmen. Ihre Substanz erfährt demnach auch nach erfolgter Abscheidung noch eine Veränderung.

Der Länge der Zellfortsätze entspricht die Stärke der Epithelschicht. Dieselbe besteht an den Polen, und zumal am Mikropylpol, aus langgestreckten Pallisadenzellen, an den Seiten dagegen ist sie bedeutend schwächer. In der Taf. 1. Fig. 2 erscheint sie nur deshalb breiter, weil der betreffende Schnitt etwas flach geführt wurde. — Ist die Bildung des Chorions vollendet, so werden die Fortsätze eingezogen, oder aber, was noch wahrscheinlicher ist, sie bleiben vor der Hand noch am Chorion haften, verkürzen sich aber, so dass dadurch das Epithel der Oberfläche des Chorions wieder genähert wird, denn am fertigen Ei liegen die Epithelzellen dem Chorion dicht an (Taf. 1. Fig. 3 u. 4). Sodann erst lösen sich die Fortsätze von letzterem ab.

Das Eikammerepithel von *Decticus* unterliegt während der Reifung des Eies zahlreichen Veränderungen. Während es vor der Bildung des Chorions eine sanft wellenförmige oder auch eine höckerige Oberfläche zeigte, ja sogar pseudopodienartige Fortsätze auszusenden vermochte [1]), nimmt es kurz vor der Entstehung des Chorions eine ziemlich ebene Fläche an, um sodann wiederum Fortsätze zu bilden, welche später abermals verschwinden, so dass die Oberfläche des Epithels zuletzt wieder eben ist. Dabei ist das

[1]) Vergl. hierzu auch meine vorläufige Mittheilung: Ueber die Bildung des Chorions und der Mikropylen bei den Insekteneiern. Zool. Anzeiger 1884, Nr. 172 u. 173.

Epithel auch bezüglich des Umfangs seiner Zellen entsprechenden Veränderungen unterworfen. Derselbe nimmt bis zur Bildung des Chorions fortwährend zu, gegen Ende dieses Processes aber vermindert er sich, was in der Abplattung der Zellen und in der Verkleinerung der Kerne deutlich zum Ausdruck kommt (vergl. Taf. 1. Fig. 1—4). Das Epithel, welches das völlig reife Ei umgiebt, zeigt eine blasige Beschaffenheit seines Plasmas; die Kerne sind klein und abgeplattet. In noch späteren Stadien, als sie die Taf. 1. Fig. 3 u. 4 wiedergeben, werden sie immer blässer und sind schliesslich kaum mehr inmitten des blasigen Protoplasmas zu erkennen. Man sieht daraus, dass sofort, nachdem das Epithel seine Funktion erfüllt hat, die Degeneration desselben ihren Anfang nimmt.

2. Locusta viridissima.

Die Entstehung des Chorions von *Locusta* entspricht im Ganzen der soeben für *Decticus* beschriebenen. Auch hier wird die innere Schicht als dünne Cuticula abgeschieden, auf die sich dann das übrige Chorion ablagert. Fortsätze der Epithelzellen bilden die Leisten des Chorions (Taf. 1. Fig. 8). Diese erreichen bei *Locusta* eine viel grössere Höhe als bei *Decticus* und bilden schliesslich die von Leuckart[1]) als „trompetenförmige Aufsätze" bezeichneten Gebilde. Auf der unteren Lage des Chorions erscheinen die Leisten als eine aus schmalen Linien gebildete polygonale Felderung; es ist dies der Anfang ihrer Entstehung. Mit dem fortschreitenden Wachsthum verbreitern sie sich nach oben, so dass also die Felder von oben gesehen immer kleiner erscheinen. Wenn sie ihre definitive Grösse erreicht haben, so wird über jedem Feld noch eine zarte Membran ausgeschieden, welche den über dem betreffenden Felde befindlichen Raum deckelartig abschliessen würde, wenn sie nicht in der Mitte eine kreisrunde Oeffnung besässe. Damit sind die „trompetenförmigen Aufsätze" vollendet. Jeder solcher Aufsatz wird also von der dem betreffenden Felde zugehörigen Leistenumgrenzung repräsentirt. Das Maschenwerk der Leisten bildet bei *Locusta* eine besondere Schicht des Chorions, die sich leicht von der unteren homogenen Lage desselben abhebt; auf letzterer ist dann noch die polygonale Felderung, der Ursprung der

[1]) Ueber die Mikropyle und den feineren Bau der Schalenhaut bei den Insekten, l. c.

Leisten, erkennbar. Eigenthümlich ist es, dass sich bei *Locusta* die untere (also früher abgeschiedene) Lage des Chorions tief roth färbt, während die Leisten nur wenig färbbar sind; bei *Decticus* beobachteten wir gerade ein umgekehrtes Verhalten.

Auf dem Präparat, nach welchem Taf. 1. Fig. 8 gezeichnet wurde, befindet sich die Leistenbildung noch auf einem frühen Stadium. Die Fortsätze sitzen hier der unteren Lage des Chorions auf, doch scheint sich dies nicht bis an das Ende der Leistenbildung so zu verhalten, wenigstens fand ich nie so lange Fortsätze der Zellen wie bei *Decticus,* bei welcher Form sie ja bis zuletzt am Chorion festhaften. Nur selten sah ich sie um Weniges länger als auf Taf. 1. Fig. 8. Es lösen sich hier also gewiss die Fortsätze früher von der Oberfläche des Chorions los und scheiden in diesem Zustande die Leisten um sich aus, wobei sie sich fortwährend von der eigentlichen Oberfläche mehr zurückziehen. Zuletzt werden sie ganz von den Zellen eingezogen und secerniren in diesem Zustande noch die Verbindungsmembran der Aufsätze. So zeigt denn auch nach Beendigung der Chorionbildung das Epithel eine ebene Oberfläche. Die Epithelschicht ist bei *Locusta* stärker als bei *Decticus,* entsprechend seiner grösseren Leistung bei der Chorionbildung.

3. Meconema varians.

Das Chorion von *Meconema* ist mit körbchenähnlichen Erhebungen bedeckt, die ganz ähnlich wie die trompetenförmigen Aufsätze von *Locusta* durch Erhöhung der Chorionleisten zu Stande kommen. Dieselben erreichen eine ganz besondere Höhe in der Gegend der Mikropylen, und zumal im nächsten Umkreis der Felder, auf welchen die letzteren nach aussen münden (Taf. 1. Fig. 9 u. 10). Die Körbchen sind erfüllt von einer anscheinend schleimigen Substanz, die eine flockige Consistenz und ein starkes Färbungsvermögen besitzt. Es ist möglich, dass die Erhebungen vor Allem zu dem Zwecke da sind, diese Schleimschicht auf dem Ei festzuhalten.

Die Entstehung des Chorions ist wieder ähnlich der bei den beiden vorhergehenden Heuschrecken. Das Chorion besitzt eine dicke innere Lage, auf welche aber nicht wie bei *Locusta* die Leisten direct abgeschieden werden, sondern es legt sich über sie noch eine feine cuticulaähnliche Schicht, die mit

den auf ihr gebildeten Leisten in festem Zusammenhange steht. Am Ei erscheint diese Schicht als heller Saum. Die Leisten oder Körbchen werden durch breite Zellfortsätze gebildet, welche wie die von *Locusta* keine grosse Länge erreichen. Die in den Körbchen befindliche Substanz wird gewiss erst nach Beendigung der Bildung des festen Chorions von den Epithelzellen ausgeschieden. Sie scheint anfangs in sehr fester Verbindung mit dem Epithel zu stehen, denn ich fand auf Schnitten oft, dass sie sich mitsammt der Körbchenschicht des Chorions von dessen unterster Lage gelöst hatte und am Epithel festhing. Der Zusammenhang der oberen mit der unteren Schicht des Chorions scheint also Anfangs weniger fest zu sein als der mit dem Epithel; in älteren Stadien ist dies nicht mehr der Fall, es bildet sich dann ein Zwischenraum zwischen Epithel und Chorion.

4. Oecanthus spec.

Die betreffende Form wurde mir von Mr. Patten in Leipzig mit der Bemerkung übergeben, dass ein Freund von ihm, Mr. Ayers, diese Heuschrecke in einer längeren Arbeit behandeln würde. Ich unterliess damals leider das einzige vorhandene Exemplar zu bestimmen, sondern verglich es nur flüchtig mit den Vertretern der Gattung *Oecanthus* in der Leipziger Sammlung, da Herr Patten das Thier direct als *Oecanthus niveus* bezeichnete. Als ich nun die unterdessen erschienene Arbeit von Ayers über *Oecanthus niveus* [1]) einsehen konnte, fand ich, dass meine Untersuchungen über die Beschaffenheit der Eihüllen mit den seinigen nicht übereinstimmten. Ich kann deshalb nur annehmen, dass das von mir untersuchte Thier einer anderen Species angehört, obwohl die äussere Form des Eies sammt dem eigenthümlich gestalteten oberen Pol ganz der von Ayers gegebenen Beschreibung entspricht.

Das Chorion besteht aus zwei Lagen, wie auch Ayers angiebt, von denen die obere mit einer bizarren Zeichnung versehen ist. Dieselbe kommt durch schmale Rinnen zu Stande, die sich in Zickzackform über das ganze Chorion verbreiten. In Taf. 1. Fig. 11 sind die schmalen Rinnen nur

[1]) On the development of *Oecanthus niveus* and its parasite, Teleas. Memoirs of the Boston Society of natural history, 1884.

durch Linien angedeutet. Ayers bezeichnet schon das äussere Chorion als eine dicke Haut, ich kann das ganze völlig durchsichtige Chorion der von mir untersuchten Form nur als sehr zart ansprechen, zumal im Vergleich mit den früher betrachteten verwandten Formen. An der inneren Lage des Chorions bemerkte ich keine Zeichnung.

Von der Dotterhaut, welche nach ihm dieselbe Stärke wie die äussere Lage des Chorions hat, beschreibt Ayers eine radiäre Struktur und vergleicht sie mit der Zona radiata anderer Thiere. Ich muss gestehen, dass mir diese Beschaffenheit der Dotterhaut sehr unwahrscheinlich ist, denn sie findet sich weder bei verwandten Formen, noch bei den Insekten überhaupt [1]), und ausserdem ist ihr Zustandekommen bei der Entstehungsweise der Dotterhaut, wie wir sie später kennen lernen werden, nicht recht erklärlich. Bei dem von mir untersuchten *Oecanthus* ist die radiäre Struktur nicht vorhanden, sondern die Dotterhaut erweist sich als die gewöhnliche glashelle und homogene dünne Haut.

Eine eigenthümliche Bildung zeigt der obere Eipol von *Oecanthus*. Er ist von einer grossen Anzahl zapfenförmiger Erhebungen des Chorions wie von einer Kappe bedeckt (Taf. 1. Fig. 12), welche Vorrichtung nach Ayers dazu dient, der Legescheide beim Hineinschieben der Eier in Ritzen der Baumrinde eine feste Stütze zu gewähren. Die Erhebungen entstehen, wie wir dies bereits mehrmals fanden, durch Umwandlung von Leisten, die dem Chorion aufliegen. Es findet sich nämlich am oberen Pol eine von erhabenen Leisten gebildete polygonale Felderung. Indem sich an den Kreuzungsstellen der Leisten Erhebungen bilden, entstehen die Zapfen oder „Papillen", wie sie Ayers nennt, von welchen ich eher sagen möchte, dass sie an der unteren als an der oberen Ecke (Ayers) jedes Feldes stehen, da sie doch nach oben gerichtet das betreffende Feld überragen, wie Taf. 1. Fig. 13 deutlich zeigt. Die Zapfen nehmen nach der Spitze des Eies hin an Grösse zu. Die untersten Felder, welche wenig ausgeprägt sind, tragen keine Zapfen, weiter oben zeigen sich dieselben als schwach gewölbte Erhebungen und nach dem Pol hin werden sie höher und höher (Taf. 1. Fig. 12 u. 13). Sie besitzen

[1]) „Die Dotterhaut ist beständig texturlos und ohne Spuren einer weiteren Zusammensetzung", sagt Leuckart a. a. O. pag. 105.

verschiedene Form, welche Ayers eingehend beschreibt, wie auch die Mikropylkanäle. Letztere münden auf einer grossen Anzahl der Papillen nach aussen (Taf. 1. Fig. 14). Sie steigen nicht direct durch die Zapfen in das Innere des Eies hinab, sondern verlaufen noch eine Strecke im Chorion (Taf. 1. Fig. 14), ähnlich wie bei *Decticus* und *Meconema*.

Was nun die Bildung der Zapfen anbelangt, so erfolgt diese nach dem nämlichen Typus, wie die der verschiedenartigen bereits betrachteten Aufsätze des Chorions. Es werden erst entsprechend den Zellgrenzen die Leisten abgeschieden. Diese Abscheidung erfolgt rings um breite Fortsätze der Epithelzellen. Sodann nehmen die Fortsätze eine conische, mit der Spitze gegen das Chorion gerichtete Form an (Taf. 1. Fig. 14) und zwischen je 4 solchen Fortsätzen geht dann die Bildung eines Zapfens vor sich, entsprechend den 4 Feldern, resp. den 4 Zellen, die an dem betreffenden Punkte an einander grenzen. Auf dünnen Längsschnitten werden wir also einen Zapfen zwischen je 2 Zellfortsätzen finden, so wie dies die Taf. 1. Fig. 14 darstellt.

5. Gomphocerus dorsatus.

Das Epithel scheidet hier das erste feine Häutchen aus, wenn die innere Fläche jeder Zelle noch kuppelförmig gewölbt ist (Taf. 1. Fig. 15). Indem die Secretion an den Zellgrenzen etwas stärker ist als an der übrigen Oberfläche, kommt hierdurch ebenfalls eine Leistenbildung auf dem Chorion zu Stande, doch ist dieselbe wenig deutlich und verliert sich später, indem die Oberfläche der Zellen eben und die Secretion eine gleichmässige wird. Nur an den Polen des Eies bleibt eine Felderung erhalten.

Bemerkenswerth ist bei *Gomphocerus*, dass die Grenzen der Epithelzellen stets scharf markirt sind, was bei den vorher betrachteten Formen nie der Fall war. Auf Schnitten lösen sich sogar die einzelnen Zellen oft von einander, so dass man sie isolirt erhält. Dadurch tritt auch in Taf. 1. Fig. 16 die Tunica propria des Epithels so deutlich hervor, wie man sie nur selten erkennt. Einige Epithelzellen sind am Chorion haften geblieben. Die Verbindung zwischen Epithel und Chorion bleibt hier überhaupt sehr lange erhalten und ist noch eine höchst innige, wenn das Chorion schon ziemlich dick ist. Das letztere ist von der Substanz der Zellen oft nur dadurch zu unterscheiden, dass es mehr homogen erscheint, die Färbung beider ist die-

selbe. Eigenthümlich ist, dass die Zellkerne bei *Gomphocerus* immer dicht an der Tunica propria und möglichst weit von dem sich bildenden Chorion entfernt liegen (Taf. 1. Fig. 16).

Während die Dotterhaut bei den bisher betrachteten Formen bereits vor der ersten Bildung des Chorions vorhanden war, ist dies hier nicht der Fall. Auf dem Stadium von Taf. 1. Fig. 15 existirt sie noch nicht. Dagegen sehen wir sie in der Taf. 1. Fig. 16 dargestellt, sie zeichnet sich durch ihr grösseres Färbungsvermögen vor dem Chorion aus. Taf. 1. Fig. 17 zeigt die das Ei umschliessende Dotterhaut auf einem sehr dicken Längsschnitt. Am Pol erkennt man eine kreisrunde Oeffnung, der gewiss eine ebensolche des Chorions entspricht. An dieser Stelle findet wohl noch eine Ernährung des Eies bis zum völligen Schluss des Chorions statt. Wie der letztere erfolgt, werden wir bei anderen Formen betrachten.

6. Ephemera spec.

Das dünne Chorion entsteht als völlig homogene cuticulare Ausscheidung der Epithelzellen. Die letzteren erfahren bereits vor der Abscheidung des Chorions eine bedeutende Abplattung, wie die Taf. 1. Fig. 18, 19 und 20 erkennen lassen. Die Zellkerne verlieren dabei an Umfang und erscheinen zuletzt völlig platt gedrückt. Dass die Abplattung des Epithels in so hohem Grade bereits vor der Bildung des Chorions stattfindet, lässt sich dadurch erklären, dass letzteres sehr dünn und zu seiner Bildung also nur ein sehr geringes Material erforderlich ist, welches auch durch die wenig umfangreichen Zellen geliefert werden kann.

Bei *Ephemera* konnte ich die Bildung der Dotterhaut beobachten. Dieselbe geht bereits sehr früh vor sich. Auf einem gewissen Stadium sieht man den Dotter junger Eier von einem hellen Saum umgeben, der nach innen keine scharfe Begrenzung hat. Es lagern sich hier feine Dotterkörnchen unregelmässig an ihn an (Taf. 1. Fig. 18). Dieser helle, nur nach aussen scharf conturirte Saum stellt die Anlage der Dotterhaut dar. Auf Schnitten durch etwas ältere Eier ist dann die Dotterhaut als deutliche doppelt conturirte Membran vorhanden (Taf. 1. Fig. 19).

II. Neuropteren.

7. Phryganea spec.

Das Chorion ist sehr schwach, doch stärker als das von *Ephemera*. Es wird von einer verhältnissmässig dicken Epithelschicht abgeschieden, deren Zellen scharf von einander abgegrenzt sind (Taf. 1. Fig. 21), was bei *Ephemera* nicht der Fall war. Wie bei dieser findet auch hier eine bedeutende Abplattung des Epithels statt.

8. Sialis lutaria.

Die erste Anlage des Chorions wird von den gewölbten Oberflächen der Epithelzellen ausgeschieden. Bei der ersten Abscheidung des Chorions ist die Epithelschicht noch sehr dick. Dies erklärt sich daher, dass das Chorion von *Sialis* aus mehreren Lagen besteht, deren oberste von verhältnissmässig hohen Aufsätzen gebildet wird. Für die Ausscheidung dieses compacten Chorions wird auch ein stärkeres Epithel erforderlich sein. Nach der Vollendung des Chorions erfährt das Epithel eine ausserordentliche Abplattung, wie die Taf. 1. Fig. 22 u. 23 erkennen lassen, die bei gleicher Vergrösserung mit der Camera lucida entworfen sind.

III. Hemipteren.

9. Hydrometra lacustris.

Ueber die Entstehung des einfachen Chorions ist nichts Besonderes zu bemerken, es wird auf die gewöhnliche Weise von dem Epithel abgeschieden (Taf. 1. Fig. 24). Schon vor ihm ist die Dotterhaut vorhanden.

Sehr eigenthümlich ist die Formation, welche das Eikammerepithel von *Hydrometra* (und ähnlich auch das anderer Wanzen) zeigt. Taf. 1. Fig. 25 giebt ein Stück solchen Epithels in einem tangentialen, Taf. 1. Fig. 26 in einem Längsschnitt wieder. Man erkennt, wie die Zellen ziemlich lose und durch Zwischenräume von einander getrennt liegen. Diese Zwischenräume werden überbrückt durch breite Fortsätze, mittelst deren sich die Zellen unter einander verbinden. Die Fortsätze erscheinen stets heller gefärbt und homogener als die übrige Zellenmasse. Jede Zelle enthält merkwürdiger Weise zwei Kerne, was auf Theilungszustände der Zellen hindeutet, und doch macht das Ganze

nicht einen solchen Eindruck. Wirkliche Theilungsfiguren konnte ich nie auffinden. In den Stadien von Taf. 1. Fig. 25 u. 26 war das Chorion noch nicht vorhanden. Mit der beginnenden Bildung desselben scheinen die Zellen mehr zusammen zu rücken und man erhält dann ein Bild, wie es die Taf. 1. Fig. 27 von einem Tangentialschnitt darstellt. Die Zellen erscheinen durch helle Linien von einander abgegrenzt. Es sind jetzt auch Zellen mit einem Kern vorhanden. Im Stadium der Taf. 1. Fig. 24, in welchem das Chorion schon sehr dick ist, sind die Zellgrenzen nicht mehr deutlich zu erkennen.

10. Notonecta glauca.

Das Chorion besteht aus einer dünneren und zwei dickeren Lamellen; die beiden letzteren entsprechen Leuckarts Endo- und Exochorion. Von ihnen besitzt besonders die innere Lage eine ansehnliche Dicke; sie wird von zahlreichen Poren durchsetzt. Nach innen ist sie begrenzt von einer hellen und dünnen cuticulaähnlichen Lage. Aehnliche Struktur wie die mittlere zeigt auch die äussere Lamelle; wie jene besitzt sie eine polygonale Felderung auf ihrer Oberfläche. Die Leisten nehmen besonders nach der sog. Bauchfläche des Eies hin an Höhe und Breite zu, so dass die Felder mehr als Gruben, die Leisten als Höcker erscheinen. Auch das Exochorion wird von Poren durchsetzt, die bis auf das Endochorion hinabgehen. — Die Felderung des Chorions entspricht den Grenzen der Epithelzellen, ganz wie wir dies schon früher sahen. Die Grübchen und Höcker der Chorionoberfläche kommen dadurch zu Stande, dass sich noch bis zuletzt, d. h. wenn das Ei schon reif ist, entsprechende Erhabenheiten und Vertiefungen an der Innenfläche des Epithels finden. Die Poren werden durch eine feine Ausfranzung der Epithelzellen erzeugt. Der helle cuticulaähnliche Saum endlich, der das Chorion nach innen begrenzt, wird zu allererst als Cuticula von der Epithelschicht ausgeschieden. Es ist selbstverständlich, dass die Oberfläche des Eikammerepithels nur allmählich während der Reifung des Eies ihre Gestaltung wechselt und nach einander die verschiedenen Formen annimmt, welche zur Bildung der so verschieden gestalteten Lagen des Chorions führen.[1])

[1]) Man vergleiche auch die Abbildungen Taf. 3. Fig. 63 u. 64 der ganz entsprechenden Vorgänge bei *Nepa cinerea*.

Die Dotterhaut entsteht bei *Notonecta* früher als das Chorion. Es gelang mir, ihre Bildung direct zu beobachten. An verhältnissmässig jungen Eianlagen mit doppelter Epithellage, welche letztere sich ein wenig vom Dotter abgehoben hatte, bemerkte ich eine sehr schmale, völlig homogene Schicht, welche die ganze Peripherie des Dotters umsäumte. Diese dünne Schicht erschien nach aussen scharf conturirt, nach innen dagegen war sie unregelmässig begrenzt und floss noch mehr oder weniger mit den anliegenden Dotterkörnchen zusammen (Taf. 1. Fig. 28); nur an einigen Stellen erschien die Begrenzung nach innen ganz deutlich und regelmässig, so dass sie also an diesen Stellen bereits eine doppelt conturirte Membran, den Anfang der Dotterhaut, darstellte. In einem wenig älteren Eifach, von dem Taf. 1. Fig. 29 ein Stück eines Querschnittes wiedergiebt, tritt die Dotterhaut bereits als eine vom Dotter streng gesonderte Membran auf, die durch Boraxcarmin eine tiefrothe Färbung annimmt.

11. Pyrrhocoris apterus.

Die erste Anlage des Chorions erscheint als heller Saum an den noch gewölbten Epithelzellen. Später wird deren Oberfläche eben; das Chorion nimmt durch weitere Ablagerung von Cuticularsubstanz an Dicke zu (Taf. 1. Fig. 30 u. 31). Bevor die Bildung des Chorions beginnt, findet man die Kerne der Epithelzellen der Innenfläche der letzteren dicht anliegen. Ich vermuthe, dass dies mit der Ernährung des Eies durch die Epithelzellen zusammenhängt, denn beim Auftreten des Chorions rücken die Kerne in die Mitte der Zellen zurück. — Eine Abplattung des Epithels findet auch hier statt (Taf. 1. Fig. 30 u. 31), doch ist dieselbe nicht so bedeutend, wie wir sie z. B. bei *Ephemera*, *Phryganea*, *Perla* beobachteten. Das Plasma des abgeplatteten Epithels, welches das reife Ei umgiebt, ist nur sehr schwach tinctionsfähig, während sich das jüngere Eiepithel sehr stark färbt. Aehnliches erwähnten wir bereits von *Decticus*. Das Epithel enthält gewiss in diesem Zustande nur noch sehr wenig Bildungsstoffe, da es keine Function mehr besitzt und später zu Grunde geht. Daraus scheint mir hervorzugehen, dass besonders die Bildungsstoffe die tinctionsfähigen sind, und es könnte dies ein Hinweis darauf sein, dass auch das Chromatin der Kerne eine solche Bedeutung und nicht diejenige eines bewegenden

Agens hat, eine Vermuthung, die ja schon von anderer Seite ausgesprochen worden ist.

Die Dotterhaut entsteht bei *Pyrrhocoris* später als das Chorion.

IV. Dipteren.

12. Musca vomitoria.

Das Chorion von *Musca vomitoria* entsteht auf die gewöhnliche Weise. Die Leisten auf seiner Oberfläche entsprechen den Zellgrenzen und werden an diesen in Folge stärkerer Secretion gebildet. Auch Zellfortsätze werden so, wie wir dies früher sahen, zur Bildung der Leisten verwendet; jedoch fand ich solche immer nur in der Nähe des oberen Pols (Taf. 2. Fig. 32). Möglich, dass hier die zu bildenden Leisten etwas höher sind.

Wenn das Chorion am unteren Theil des Eies bereits eine ziemliche Dicke erreicht hat, fehlt es am oberen Theil, wo das Ei mit dem Nährfach zusammenstösst, noch gänzlich. In Folge dieser Einrichtung kann die Bildung des Chorions schon sehr frühzeitig beginnen, ohne dass deshalb die Ernährung des Eies vom Nährfach aus gehindert würde und sein Wachsthum eingestellt zu werden brauchte. Diese Einrichtung ist von grossem Vortheil, weil die Fliegen immer gleichzeitig eine grössere Anzahl von Eiern zur Reife bringen. Indem hier also nicht, wie bei vielen anderen Insekten, das Wachsthum des Eies vorerst im Wesentlichen abgeschlossen und sodann erst das Chorion um das reife Ei abgeschieden wird, sondern das Wachsthum des Eies und die Ausbildung des Chorions Hand in Hand gehen, kann eine grössere Menge von Eiern gleichzeitig producirt werden, ohne dass der Körper des Thieres allzusehr belastet wird. Unmittelbar nach der Reifung des Eies wird auch das Chorion abgeschlossen und das Ei kann sofort abgelegt werden, nachdem es sein grösstes Gewicht erlangt hat.

Die Bildung des obersten Theils der Eischale erfolgt auf die Weise, dass sich von der Seite her allmählich Epithelzellen zwischen das Ei- und Nährfach einschieben. Diese Zellen scheiden den obersten Theil des Chorions ab. Sie sind natürlich nicht so regelmässig angeordnet, wie die des übrigen Epithels, und daher kommt die unregelmässige Zeichnung des Chorions an dem abgeplatteten oberen Pol.

In dem Stadium, welches Taf. 2. Fig. 33 darstellt, beginnt die Chorionbildung zwischen Ei- und Nährfach. Wir sehen, dass das Chorion hier eine eigenthümliche Gestalt besitzt, es erscheint scharf nach oben abgestutzt. Diese Form zeigt das Ei später nicht mehr, auch nimmt es später noch ganz bedeutend an Umfang zu; das Chorion muss also seine Gestalt völlig verändern. Wir schliessen daraus, dass es Anfangs aus einer weichen und plastischen Masse bestehen muss. Dieser Schluss wird bestätigt durch solche Bilder, wie Taf. 2. Fig. 49 eines darstellt. Das betreffende Ei ist älter, als das in Taf. 2. Fig. 33 gezeichnete, das Nährfach (Nf.) ist bereits in Rückbildung begriffen, das Chorion bildet eine dickere Schicht. Diese liegt aber nicht wie gewöhnlich dem Epithel oder dem Ei dicht an, sondern sie hat sich bei der Conservirung gespalten. Bei der Zusammenziehung des Dotters blieb ein Theil des Chorions am Epithel, der andere an der Oberfläche des Dotters haften; dazwischen spannen sich verbindende Fäden aus, ganz wie wir sie entstehen sehen, wenn wir zwei an einander haftende Platten, zwischen die wir eine dickflüssige Masse gebracht haben, vorsichtig von einander lösen. Die geschilderte Erscheinung lässt mit Bestimmtheit erkennen, dass das cuticulare Abscheidungsproduct der Epithelzellen Anfangs eine plastische Masse darstellt.

Die Dotterhaut entsteht bei *Musca vomitoria* sehr spät, viel später als das Chorion. In dem ziemlich weit vorgeschrittenen Stadium, welches Taf. 2. Fig. 33 darstellt, ist sie noch nicht vorhanden. Sie entsteht jedenfalls erst, wenn das Ei völlig vom Nährfach abgeschlossen ist, indem die ganze Rinde des erst jetzt ausgebildeten Dotters gleichzeitig erhärtet.

13. Pulex irritans.

Die betreffenden Beobachtungen wurden an Querschnitten durch das ganze Thier angestellt. Die mit Hämatoxylin gefärbten Serienschnitte erwiesen sich besonders in Bezug auf die Eierstöcke als wohlgelungen. — Zur Zeit, da das Chorion als äusserst feines cuticulares Häutchen von den Epithelzellen ausgeschieden wird, besitzen diese noch eine sanft wellenförmige Oberfläche.

Weitere Beobachtungen an *Pulex* folgen unten.

V. Lepidopteren.

14. Vanessa urticae und polychloros.

Lange bevor die Bildung des Chorions beginnt ist bereits die Dotterhaut vorhanden, wie ich dies überhaupt bei den meisten der von mir untersuchten Insekten bemerkte. Sie stellt eine dünne glashelle Haut dar, welche durch Erhärtung der Rindenschicht des Dotters entstanden ist. Dieser letztere zeigt eine verschiedene Beschaffenheit. In seiner grösseren Masse besteht er aus Kugeln von ziemlich gleicher Grösse, die eng an einander gelagert sind. Eine nicht sehr breite Randzone wird von viel kleineren Körnchen gebildet, so dass die Zone bei schwächerer Vergrösserung mehr homogen erscheint. Die Randzone färbt sich stärker als der übrige Dotter (Taf. 2. Fig. 34). Unterhalb der Mikropyle verbreitert sich die Randzone und bildet einen kreisrunden Hof. Wahrscheinlich ist diese Zone reicher an Protoplasma als der übrige Dotter, und indem sie sich unterhalb der Mikropyle bedeutend erweitert, mag sie wohl von besonderem Vortheil für das Eindringen der Samenfäden sein. — In Taf. 2. Fig. 35 ist die Randzone durch den dunkelen Ton, in Taf. 2. Fig. 36 nur durch ihre Begrenzungslinie angedeutet.

Das Chorion wird als dünnes Häutchen von den Anfangs etwas nach innen gewölbten Epithelzellen abgeschieden. Bemerkenswerth ist die ausserordentliche Länge der letzteren, welche sich wie Bänder um das Ei herum lagern. Sie liegen vertical zur Längsrichtung der Eiröhre und sind in Reihen angeordnet (Taf. 2. Fig. 38). In Folge der grossen Länge der Zellen besteht das Epithel nur aus wenigen solchen Zellreihen. Die Epithelzellen sind da am längsten, wo das Ei seinen grössten Umfang hat, nach dem Pol hin nehmen sie an Grösse ab (Taf. 2. Fig. 38) und zeigen hier die gewöhnliche Form der Epithelzellen, nur dass sie noch immer bedeutend umfangreicher sind, als es jene zu sein pflegen.

Der eigenthümlichen Form der Epithelzellen entspricht die Zeichnung des Chorions, wie ich zwar nicht an reifen Eiern von *Vanessa urticae*, da mir solche nicht zu Gebote standen, wohl aber an denen von *Vanessa polychloros* beobachten konnte (Taf. 2. Fig. 39A). Das Chorion dieses Falters ist mit zarten, in Längsreihen angeordneten Leisten bedeckt, die wie immer

den Abdruck der Grenzen der Epithelzellen darstellen, und in denen deshalb die Anordnung und Gestaltung der letzteren völlig zum Ausdruck kommt.

Eine Zeichnung des Chorions ist an Schnitten der Eier von *Vanessa urticae* nur in der Umgebung der Mikropyle wahrzunehmen. Sie besteht aus zahnförmigen Erhebungen und dazwischen liegenden Vertiefungen (Taf. 2. Fig. 35 u. 36). Diese Höcker und Gruben entsprechen den Erhebungen und Einsenkungen der rosettenförmig gestalteten Mikropylgegend.

In der Mitte einer flacheren Erhebung, die von den übrigen umgeben wird, findet sich die Oeffnung eines Mikropylkanals (Taf. 2. Fig. 35). Die Erhebungen und Vertiefungen kommen so, wie wir dies schon mehrmals sahen, durch entsprechende Ein- und Ausbuchtungen der Oberfläche des Epithels zu Stande. Das Epithel, welches diesen Theil des Chorions entstehen lässt, besteht aus unregelmässig angeordneten Zellen (Taf. 2. Fig. 35), welche sich von der Seite her eingeschoben haben, um das Ei von dem Nährfach abzuschliessen, und welche eine viel geringere Grösse besitzen als die übrigen sie umgebenden Zellen. Von den gleichen Zellen wird das dichte Gewebe der eingeschnürten Stellen der Eiröhre gebildet (Taf. 2. Fig. 35).

Die Dotterhaut zeigt unterhalb der Mikropyle eine runde Oeffnung, welcher eine Höhlung an der Oberfläche des Dotters entspricht. Beide liegen im Centrum der vorerwähnten hofartigen Erweiterung der Randzone des Dotters (Taf. 2. Fig. 35 u. 36). Eine Verbindung zwischen Dotterhaut und Chorion in der Gegend der Mikropyle, wie sie Leuckart vielfach beschreibt, konnte ich bei *Vanessa* nicht auffinden. Das Chorion hebt sich stets von der Dotterhaut ab, zeigt nach innen immer eine völlig glatte Begrenzung und lässt nirgends eine ungleiche Stelle entdecken, an welcher der Zusammenhang beider bestanden haben könnte.

Eine eigenthümliche Bildung, wie wir sie noch nicht kennen gelernt haben, besitzt das Chorion von *Vanessa* am oberen Pol des Eies. Es erheben sich hier auf dem Chorion zarte fadenartige Fortsätze desselben, die zwischen je zwei Epithelzellen gelegen sind (Taf. 2. Fig. 35 bei A). Hier findet also auch an den Seitenflächen der Epithelzellen eine Secretion statt, durch welche die Fortsätze entstehen. Die aufrecht stehenden Fortsätze verbinden sich durch Quercommissuren (Taf. 2. Fig. 37 bei A), so dass das Ganze den oberen Abschnitt

des Eies wie ein weitmaschiges Netz umgiebt. Die Abscheidung der Quercommissuren erfolgt wohl ebenfalls zwischen den Epithelzellen.

Bei *Vanessa polychloros* konnte ich die Beschaffenheit des oberen Eipoles an reifen Eiern untersuchen (Taf. 2. Fig. 39 A). Es finden sich hier auf dem Chorion, entsprechend den Linien, in denen die Enden der Epithelzellen zusammenstossen, mehrere Längsreihen von Aufsätzen. Dies sind zarte Fortsätze des Chorions, die sich an ihrem oberen Theil verzweigen. Die Verzweigungen der einzelnen Aufsätze verschlingen sich mit einander, so dass das Ganze eine schmale Platte bildet, die von den zarten Fortsätzen wie von Pfeilern getragen wird. Die ganze Vorrichtung stimmt im Wesentlichen mit der von *Vanessa urticae* geschilderten und in Fig. 37 abgebildeten überein. Nach den Polen hin nehmen die Aufsätze an Höhe zu, verkürzen sich aber wieder in der unmittelbaren Umgebung der Mikropylgegend. Diese letztere besteht aus einer Anzahl in unregelmässiger Rosettenform an einander gelagerten Feldern. Auf dem in der Mitte gelegenen Mikropylfeld bemerkt man die Oeffnungen zweier Mikropylkanäle (Taf. 2. Fig. 39 B bei M). In der unmittelbaren Umgebung der Mikropylgegend ist keinerlei Zeichnung auf dem Chorion vorhanden. — Ich habe die Leisten in der Figur deutlicher angegeben, als sie wirklich zu bemerken sind, denn sie liegen hier ja, wie das nach vorn umgeschlagene Stück (mit der Mikropylgegend) des Chorions zeigt, auf dessen Rückseite.

15. Sphinx ligustri.

Das Chorion besteht aus zwei Lagen, einer unteren dickeren und einer oberen dünneren. Letztere zeigt eine polygonale Felderung. Wenn sie sich von der unteren Lage abhebt, was leicht geschieht, so erkennt man auch auf der letzteren die Felderung schwach ausgeprägt. In den Schichten des Chorions finden sich zahlreiche Porenkanäle, doch dringen die meisten derselben nicht bis zu dessen Innenfläche vor, sondern endigen blind in verschiedener Tiefe (Taf. 5. Fig. 101 bei P).[1]) Am oberen Pol in der Umgebung der Mikropyle lagern sich die Felder in Form einer Rosette an einander (Taf. 5. Fig. 103). In der Mitte der Rosette befindet sich eine seichte Grube, von

[1]) Die betr. Figuren sind aus Versehen vorher weggeblieben und finden sich deshalb auf der letzten Tafel unten.

der aus die Mikropylkanäle wie die Strahlen eines Sterns nach den Seiten hin verlaufen. Sie halten sich Anfangs dicht unter der Oberfläche des Chorions und bilden hier eine Erweiterung, die sehr stark lichtbrechend erscheint. Von dieser biegen sie scharf um und verlaufen in ziemlich steiler Richtung nach unten, um an der Innenfläche des Chorions zu enden. Das Bild ist dem von Leuckart für mehrere Sphingiden beschriebenen Verhalten sehr ähnlich, und es ist ganz zweifellos, dass nicht das centrale Grübchen des Sterns, wie Meissner meinte, die Mikropylöffnung darstellt, sondern es sind eine ganze Anzahl von Mikropylkanälen vorhanden. Am besten kann man sich davon auf Längsschnitten überzeugen, auf welchen man die Mikropylkanäle das Chorion in schräger Richtung durchsetzen sieht (Taf. 5. Fig. 101 bei M). Das Chorion ist an dem betreffenden Präparat noch nicht völlig ausgebildet, und man bemerkt deshalb nur den unteren Theil der Kanäle. Man findet die Mikropylen am besten auf, wenn man an Serienschnitten die Stelle aufsucht, an welcher das kleinzellige Gewebe dem Chorion unmittelbar aufliegt, denn sie bezeichnet genau den oberen Pol.

Unter der Mikropylgegend fand ich bei *Sphinx ligustri* auf dem Dotter stets einen runden Hof, der sich von dem übrigen Dotter durch seine bräunliche Färbung auszeichnete (Taf. 5. Fig. 102). In seiner Mitte und unmittelbar unterhalb der Mikropylen sind eine Anzahl dunkler Punkte sichtbar, im Kreise angeordnet und ihrer Zahl nach den Mikropylkanälen entsprechend (Taf. 5. Fig. 102 bei M). In ihrer Umgebung findet sich auf dem Dotter, bezüglich auf der Dotterhaut eine dunkle Zeichnung, so wie dies die Figur wiedergiebt. Ich kann diese Einrichtung nicht anders auffassen, als dass sie von besonderer Bedeutung für das Eindringen der Spermatozoen in das Ei ist. Vielleicht, dass hier das Eiplasma eine besondere Umwandelung erfahren, eine eigenartige Beschaffenheit erlangt hat, welche den Samenfäden das Eindringen in das Innere des Eies erleichtert oder sie vielleicht gar anlockt.[1])

[1]) Neuerdings wird diese eigenartige Beschaffenheit des oberen Eipols, die ich an anderen Schmetterlingseiern ebenfalls beobachtet habe, auch von Stuhlmann (Die Reifung des Arthropodeneies im Berichte der Naturforsch. Gesellschaft zu Freiburg i. Br. 1886, p. 42, Taf. VI, Fig. 79 und 80) beschrieben und abgebildet. Stuhlmann sieht sie als „eine Differenzirung aus dem Eiplasma oder als ein Secret desselben an, welches bestimmt ist, das Spermatozoon anzulocken"; er giebt ihr also eine ähnliche Deutung, wie ich sie als Vermuthung

Die Zellen, welche den oberen Pol des Chorions entstehen lassen, schieben sich, wie wir schon bei *Vanessa urticae* sahen, von der Seite her zwischen Ei- und Nährfach ein. Das letztere erleidet eine Rückbildung, die Nährzellen, sowie das umgebende Epithel werden zersetzt. Die Fig. 98 (Taf. 5) zeigt uns ein solches, in der Rückbildung bereits weit fortgeschrittenes Nährfach (Nf.). Von seinen Zellen sind nur noch grössere und kleinere Körner von verschiedenem Färbungsvermögen und ein formloser Detritus vorhanden. Allmählich verschwindet das Nährfach gänzlich, sein Inhalt ist wohl in das Ei aufgenommen und zuletzt von den umgebenden Epithelzellen aufgesaugt worden. In Taf. 5. Fig. 100 sind nur noch unbedeutende Reste des Nährfaches vorhanden, in Taf. 5. Fig. 101 ist es so gut wie ganz geschwunden. Das Epithel, welches den obersten Theil des Eies bedeckt und die Mikropylgegend entstehen lässt, besteht aus verhältnissmässig kleinen Zellen, an die sich nach oben noch kleinere und meist langgestreckte Zellen anschliessen. Dieselben bilden ein dichtes Gewebe, welches den Zusammenhang des Eikammerepithels mit den eingeschnürten Stellen der Eiröhre vermittelt (Taf. 5. Fig. 98, 100, 101). Die letzteren stellen einen aus ähnlichen Zellen gebildeten Gewebsstrang (G) ohne Lumen dar. — Das den unteren Pol des Eies bedeckende Epithel ist regelmässiger gestaltet, seine Zellen entsprechen denen der übrigen Eikammerwand. An sie schliesst sich das kleinzellige Gewebe (G) ganz unvermittelt an. Taf. 5. Fig. 99 zeigt den unteren Pol eines Eifaches, welches in der Eiröhre unmittelbar über dem Eifach von Taf. 5. Fig. 98 gelegen war, also das nächst jüngere Fach darstellte.

VI. Coleopteren.

16. Aromia moschata.

Bei *Aromia* findet sich, besonders an jüngeren Eiern, eine mehr homogene Randschicht des Dotters (Taf. 2. Fig. 40 bei R), ähnlich wie bei *Vanessa urticae,* doch sind die Körnchen hier noch feiner als dort. Bei älteren

oben ebenfalls ausgesprochen habe. Ein entsprechendes Verhalten, welches er auf dieselbe Weise deutete, fand Stuhlmann auch unter der Mikropyle am Ei von *Musca vomitoria*. Er vergleicht das umgewandelte Eiplasma mit den als Anlockungsmittel für den Pollenschlauch dienenden Synergiden im Embryosack der Phanerogamen.

Eiern wird auch die Randschicht aus gröberen Körnern gebildet, doch hebt sie sich noch immer von der Masse des übrigen Dotters ab. — An jüngeren Eiern bemerkt man, ähnlich wie ich es von *Ephemera* und *Notonecta* schilderte, am Dotter einen schmalen hellen Saum, der nach innen keine bestimmte Grenzlinie erkennen lässt. Derselbe bezeichnet den Beginn der Bildung der Dotterhaut, die dann bald als doppelt conturirte Membran erkennbar wird. Ihre Bildung erfolgt bei *Aromia* sehr frühzeitig, wenn die Eier noch sehr klein sind. Daraus folgt, dass die Dotterhaut selbst einer Erweiterung fähig sein muss. Sie mag daher wohl am wachsenden Ei keine feste Haut, sondern eine weiche, vielleicht mehr flüssige Schicht bilden, durch welche hindurch die Ernährung des Eies vom Epithel aus noch vor sich gehen kann. Wie sollte diese letztere auch sonst in den Fällen stattfinden, wo die Dotterhaut bereits sehr früh gebildet wird und ein besonderes Nährfach nicht vorhanden ist, welches die Stoffzufuhr zum Ei durch eine Oeffnung der Dotterhaut am oberen Pol des Eies besorgt. Man muss in diesem Falle, wie eben bei *Aromia,* annehmen, dass die Ernährung des Eies durch die Dotterhaut keineswegs gehindert wird.

Das Chorion von *Aromia* entsteht weit später als die Dotterhaut; seine Bildung beginnt erst, wenn das Ei beinahe seine definitive Grösse erreicht hat. — Das Eierstocksepithel erfährt nach der Reifung des Eies eine starke Abplattung.

17. Leptura rubro-testacea.

Bei diesem Käfer ist die Abplattung des Epithels noch bedeutender als bei *Aromia* und das Epithel liegt dem reifen Ei nur noch als ein äusserst dünnes Häutchen auf.

18. Lycus aurora.

Das Chorion zeigt auf seiner Oberfläche eine polygonale Felderung. Die Leisten, welche dieselbe hervorbringen, sind nicht wie gewöhnlich ganz gerade gestreckt, sondern zeigen theilweise einen gewundenen Verlauf und eine eigenthümliche höckerige Bildungsweise (Taf. 2. Fig. 41). Sie sind verhältnissmässig hoch und verschmälern sich nach oben (Taf. 2. Fig. 42). Die Leisten werden zwischen den Epithelzellen abgeschieden, von denen jede einem Chorionfelde aufliegt (Taf. 2. Fig. 41 u. 42). Wenn sich auf Schnitten

zufällig das in der Bildung begriffene Chorion vom Epithel abhebt, wie dies Taf. 2. Fig. 42 zeigt, so treten zwischen den Zellen die einzelnen Zwischenräume hervor, in denen die Leisten ihren Ursprung nehmen.

Die Dotterhaut entsteht weit früher als das Chorion und zeichnet sich durch stärkeres Färbungsvermögen vor diesem aus.

19. Rhizotrogus solstitialis.

Das Chorion ist sehr dünn und lässt sich kaum von der Dotterhaut unterscheiden. Letztere entsteht weit früher als das Chorion. Wenn das Chorion als zarte Cuticula auf der flach gewölbten Oberfläche der Epithelzellen sichtbar wird, steht es an Stärke noch hinter der Dotterhaut zurück.

Grossen Veränderungen sind die Epithelzellen unterworfen. Während sie in jüngeren Eifächern eine gestreckt prismatische Form zeigen und verhältnissmässig geringe Grösse besitzen, sind sie in einem wenig späteren Stadium bedeutend gewachsen. Ihr Durchmesser bietet nach allen drei Dimensionen die gleiche Grösse. An ziemlich reifen Eiern dagegen ist ihre Dickenausdehnung bedeutend verringert, sie sind in die Breite gezogen und ihre Kerne sind stark abgeplattet. Das Epithel bildet dann nur noch eine sehr dünne Lage über dem reifen Ei.

20. Melolontha vulg.

Die Epithelzellen zeigen vor und während der Entstehung der Dotterhaut, welcher der des Chorions vorangeht, eine nach innen gewölbte Oberfläche. In dem Stadium Taf. 2. Fig. 43, welche dies darstellt, ist die Dotterhaut (Dh) noch nicht als wirkliche Membran vorhanden, sondern erscheint nur als heller, homogener, äusserst dünner Saum rings um den Dotter, so wie wir dies bereits mehrmals zu beschreiben Gelegenheit hatten (vgl. die Bildung der Dotterhaut von *Ephemera, Notonecta, Aromia*). Der Dotter zeigt auf dieser Stufe eine aus kleineren Körnchen bestehende, stärker gefärbte Randschicht (Taf. 2. Fig. 43 bei R), die späterhin nicht mehr zu bemerken ist. In Taf. 2. Fig. 44 reichen die grösseren Dotterkugeln bis an die nun ausgebildete Dotterhaut; nur direct unter dieser findet sich noch eine schmale Schicht kleinerer Körnchen. Es scheint fast, als ob sich diese zu den grösseren Kugeln vereinigten, denn in den am Rande liegenden Kugeln ist

eine Zusammensetzung aus einzelnen Körnchen zu bemerken.[1]) Gegen die Reifung des Eies hin wandeln sich die Dotterkugeln in unregelmässig begrenzte, umfangreiche Dotterschollen um, welche zuletzt direct an die Dotterhaut anstossen.

Das Chorion von *Melolontha* besteht aus einer Anzahl paralleler Schichten, die nach einander zur Ablagerung kommen. Auf ihm liegt ein Netz von Leisten, welches nur in der Gegend der Mikropyle eine unregelmässigere Gestaltung zeigt. Die Leisten färben sich an dem ziemlich reifen Ei stark, während das übrige Chorion keine Färbung annimmt. Auf dem Stadium Taf. 2. Fig. 45 sind die Leisten noch nicht gebildet. Das Chorion liegt mit noch ebener Oberfläche dem Epithel an und erst später beginnt die stärkere Secretion an den Zellgrenzen, durch welche die Leisten ihre Entstehung nehmen.

An dem Epithel von *Melolontha* scheint schon vor seiner Abplattung die Degeneration zu beginnen (Taf. 2. Fig. 46 u. 47). Das Zellplasma nimmt eine blasige Struktur an, die Kerne (K) werden zu unregelmässig begrenzten Körpern von homogener Beschaffenheit und einem ähnlichen Lichtbrechungsvermögen, wie es Oeltropfen zeigen. Bei zweien der in Fig. 47 enthaltenen Kerne ist die Degeneration noch nicht so weit gelangt (Taf. 2. Fig. 47 K).

21. Dytiscus marginalis.

Das Epithel der jüngeren Eifächer von *Dytiscus* ist mehrschichtig, später dagegen, wenn die Bildung des Chorions beginnt, nur noch einschichtig. Vermöge dieser Einrichtung wird das Wachsthum der Eifächer erleichtert. Indem sich die vorher über einander liegenden Zellen zwischen einander einschieben, wird die Ausdehnung der Wand natürlich erheblich vergrössert, ganz abgesehen von dem dabei ausserdem stattfindenden Wachsthum der Epithelzellen.

Das Chorion ähnelt in seiner ersten Anlage so sehr der Tunica propria, dass die äussere und innere Fläche des Epithels ein völlig gleiches Aussehen darbieten. — Die Dotterhaut entsteht bereits sehr frühe und weit eher als das Chorion. Der Dotter jüngerer Eianlagen besitzt eine völlig homogene

[1]) Eine ganz entsprechende Erscheinung beobachtete ich bei *Pyrrhocoris apt.*

Randzone (R), der übrige Dotter ist von feinkörniger Beschaffenheit. Die Randzone zeigt sich nach aussen von einem schmalen hellen Saum begrenzt, an dem man nach innen keine scharfe Grenze bemerken kann. Aus ihm ist in einem wenig späteren Stadium die doppelt conturirte Dotterhaut (Dh) hervorgegangen (Taf. 2. Fig. 48). Das Epithel ist zu dieser Zeit noch mehrschichtig.

22. Carabus nemoralis.

Wie bei *Dytiscus* ist auch bei *Carabus* das Epithel mehrschichtig und wird erst in den grösseren Eifächern einschichtig. Wie dort sind seine Zellen auffallend klein; mit dem Wachsthum des Eies nehmen sie zwar an Grösse zu, doch bleiben sie immerhin sehr klein, verglichen mit den Epithelzellen anderer Insekten, z. B. der Orthopteren. Nach innen sind sie stark gewölbt, sowohl vor, wie während der Abscheidung des Chorions (Taf. 2. Fig. 50 u. 51). Diese Wölbung der Epithelzellen mag wohl, abgesehen von der für die Ernährung des Eies wichtigen Oberflächenvergrösserung vor dem Beginn der Chorionbildung, den Zweck haben, bei dem noch stattfindenden Wachsthum des Eies eine Vergrösserung des (dann vielleicht nicht mehr dehnbaren) Chorions zu ermöglichen. Diese wird dadurch erreicht, dass sich die einzelnen, jetzt gewölbten Felder später abplatten. Die innere Fläche des Chorions, welche zuerst eine facettirte Bildung zeigt, erscheint am Ende völlig eben. Die Leisten, welche die scharf ausgeprägte Felderung des Chorions von *Carabus* hervorbringen, entstehen gewissermaassen als Ausfüllung der Einsenkungen zwischen den convexen Epithelzellen. Die Secretion ist an den Zellgrenzen stärker als an der übrigen Oberfläche der Zelle, so dass die Leisten bei Abplattung der inneren Fläche des Chorions deutlich erhalten bleiben. — Das Chorion wird zuerst am unteren Theil des Eies gebildet, während der obere Theil noch lange unbedeckt und in Verbindung mit dem Nährfach bleibt. Diese Verbindung wird dann später unterbrochen, indem sich von den Seiten her zwischen Ei- und Nährfach Epithelzellen einschieben, die aber weniger regelmässig angeordnet sind, als in der übrigen Umgebung des Eies. Davon kommt auch hier die unregelmässige Felderung am oberen Eipol und besonders in der Gegend der Mikropyle. Es ist dies die Stelle, an welcher der Zusammenhang zwischen Eifach und Nährfach am längsten erhalten bleibt, und wo endlich der Schluss des Chorions erfolgt. Am unteren

Pol geht gewiss die Einschiebung der Epithelzellen zwischen das Ei- und das nachfolgende Dotterfach schon länger vor der Entstehung des Chorions vor sich, so dass sich die Zellen hier regelmässiger anordnen können und dem entsprechend auch die Zeichnung eine regelmässigere wird als am oberen Pole.

Die Bildung des Chorions beginnt schon sehr früh, wenn das Ei noch weit von seiner definitiven Grösse entfernt ist. Dass ein Wachsthum des Eies auch dann noch möglich ist, erklärt sich einmal aus der schon angeführten Thatsache, dass das Chorion zuerst nur am unteren Theil des Eies gebildet wird, sodann dadurch, dass das Eifach selbst, indem es sich allmählich vom Nährfach abhebt, seine Gestalt und damit auch die des noch plastischen Chorions ändert, welches ihm ja bis zur völligen Reife fest anliegt. So giebt es ein Stadium, in welchem der Längsschnitt des jungen Chorions etwa die Form einer antiken Vase zeigt (vergl. den nebenstehenden Holzschnitt). Ueber der Oeffnung liegt das bereits in der Rückbildung begriffene Nährfach. Da das reife Ei ungefähr die Form eines gestreckten Ellipsoids hat, so ist ersichtlich, dass das Chorion seine Gestalt ändern muss. Während sein oberster Theil erst gebildet wird, werden die Einbuchtungen am oberen Abschnitt allmählich nach aussen vorgewölbt und es entsteht so die definitive Form des Eies.

Fig. 1.
Schema eines Längsschnitts durch das in der Bildung begriffene Chorion von *Carabus nemoralis*.

Die Epithelzellen von *Carabus* zeigen in verschiedenen Gegenden des Eifaches verschiedene Grösse, sie sind in der Mitte desselben kleiner als an den Polen. Taf. 2. Fig. 51 stellt z. B. ein Stück Epithel ungefähr aus der Mitte eines Eifaches dar, Taf. 2. Fig. 50 ein solches aus demselben Eifach, aber mehr nach dem oberen Pole hin, bis wohin die Bildung des Chorions noch nicht vorgeschritten ist. Beinahe noch grösser sind die Zellen am unteren Pol, wie Taf. 2. Fig. 52 u. 53 erkennen lassen. Entsprechend der verschiedenen Grösse der Epithelzellen ist auch die Grösse der Chorionfelder eine wechselnde. Eigenthümlich sind die besonders ausgezeichneten Stellen, wie ich sie mehrfach und unregelmässig vertheilt am Chorion von *Carabus auratus* beobachtete; an beliebigen Stellen des Chorions tritt nämlich in einem Bezirk, der etwa 4 bis 5 Felder umfasst, eine feine Gitterstruktur ein

(Taf. 2. Fig. 54), die nur davon herrühren kann, dass das Epithel an den entsprechenden Stellen aus kleineren Zellen besteht. Diese Stellen sind nicht mit der aus ganz unregelmässigen Feldern bestehenden Mikropylgegend zu verwechseln.

Vor der Bildung des Chorions liegen die Zellkerne der Innenfläche des Epithels dicht an (Taf. 2. Fig. 50), was auch in der ersten Zeit der Chorionbildung noch der Fall ist; späterhin aber rücken die Kerne in die Mitte der Zellen zurück. Ich vermuthe, dass diese Erscheinung mit der ernährenden Thätigkeit des Epithels zusammenhängt. — Die homogene Randzone (R) des Dotters ist auch hier vorhanden, doch ist dieselbe sehr schmal, wie man aus Taf. 2. Fig. 50 u. 51 erkennt. — Die Bildung der Dotterhaut erfolgt bei *Carabus* später als die des Chorions.

VII. Hymenopteren.

23. Bombus terrestris.

Die flach gewölbten Epithelzellen scheiden das Chorion als zarte Cuticula ab. Gleichzeitig mit der Abscheidung an der inneren Oberfläche der Zellen erfolgt eine solche an den Seitenflächen derselben. Beiderlei Secretionsproducte stehen in Verbindung mit einander, so dass auf Schnitten bereits die erste zarte Anlage des Chorions mit feinen Fortsätzen versehen erscheint, die sich ziemlich weit in die Epithelschicht hinein erstrecken. Diese Fortsätze sind von verschiedener Länge, zuweilen gerade gestreckt, zuweilen geschlängelt; nach aussen zu verschmälern sie sich (Taf. 2. Fig. 55). Indem die Secretion ganz wie bei der Leistenbildung zwischen allen Epithelzellen stattfindet, würde die erste Anlage des Chorions der Hummel von der Oberfläche aus gesehen mit zarten flächenhaften Aufsätzen bedeckt erscheinen, welche bedeutend erhöhten Leisten entsprechen und den „Körbchen" ähneln, die dem Chorion von *Meconema* var. aufsitzen. Auf Schnitten gleichen die Aufsätze des Chorions denen, welche wir am oberen Pol des Eies von *Vanessa urticae* beobachteten. Auch diese erstrecken sich ja weit zwischen die Epithelzellen hinein, doch sind sie nicht flächenhafter Natur, wie die Aufsätze bei der Hummel, sondern von fadenförmiger Beschaffenheit.

24. Bombus lapidarius.

Da ich von *Bombus terrestris* nie reifere Thiere erlangen konnte, verfolgte ich die weitere Ausbildung des Chorions bei *Bombus lapidarius*. Das Chorion, welches ich zwar nicht an ganz reifen, aber doch an sehr grossen Eierstockeiern untersuchte, besteht aus zwei Schichten (Taf. 2. Fig. 56), einer dickeren inneren und einer sehr zarten äusseren. Die letztere ist mit einer polygonalen Felderung versehen, welche durch zarte, aber verhältnissmässig hohe Leisten hervorgebracht wird. Die äussere Schicht hebt sich, wie man dies besonders an noch nicht völlig reifen Eiern bemerkt, leicht von der inneren Schicht ab, und auch die letztere zeigt dann eine wenn auch wenig ausgeprägte polygonale Felderung.

Bei der vorher betrachteten Form sahen wir, dass bei der allerersten Anlage des Chorions eine Secretion cuticularer Substanz auch an den Seitenwänden der Zellen stattfindet, so dass also bereits die erste, äusserst dünne Chorionanlage die polygonale Felderung des ausgebildeten Chorions zeigt. Dasselbe ist bei *Bombus lapidarius* der Fall. Ob Bilder, wie Taf. 2. Fig. 57 ein solches von dem letzteren Thiere zeigt, auch bei *Bombus terrestris* sich finden, d. h. ob Fig. 57 ein späteres, auf Taf. 2. Fig. 55 folgendes Stadium darstellt, kann ich nicht sagen. Es mag wohl sein, dass die Masse des Chorions in dieser frühen Bildungsperiode noch völlig plastisch ist, und dass daher dessen Erhebungen ihre Form zu wechseln vermögen, je nach der Gestalt, welche die sie formenden Epithelzellen annehmen; so wäre es denn auch möglich, dass die Formen von Taf. 2. Fig. 55 u. 57 in einander übergehen könnten.

Wie kommt nun aber die starke innere Lage des Chorions zu Stande, da doch in dessen erster Anlage bereits die Erhebungen der oberen Schicht vorhanden sind? Man kann sich auch dies nicht anders erklären, als dass man die Masse des jungen Chorions als eine weiche Substanz betrachtet. Hat die zuerst durch die Innenfläche des Epithels ausgeschiedene Lage die bestimmte Stärke erreicht, so wird vielleicht die Secretion auf kurze Zeit eingestellt, in Folge dessen erhärtet die bereits gebildete (innere) Schicht etwas und die nunmehr auszuscheidende (äussere) Schicht, die sich mit den zwischen den Epithelzellen liegenden und deshalb wohl plastisch gebliebenen Erhebungen verbindet, geht aus diesem Grunde keine Vereinigung mehr mit

der Innenschicht ein, sondern bildet eine besondere Lage. Dafür spricht, dass man an älteren Eiern als solchen, nach welchen Taf. 2. Fig. 57 gezeichnet ist, ein Stadium findet, auf welchem das Epithel eine ebene Oberfläche zeigt. Vom Epithel abgehoben und dem Dotter anliegend, findet sich eine Membran, die stärker ist als das in Taf. 2. Fig. 55 u. 57 angelegte Chorion, dagegen schwächer als die untere Lage des Chorions in Taf. 2. Fig. 56. Ebenso ist sie etwas stärker gefärbt als das in der Bildung begriffene Chorion, doch schwächer als die untere Lage des letzteren. So wäre es möglich, dass Taf. 2. Fig. 58 ein Zwischenstadium zwischen Fig. 56 und 57 darstellt. Freilich erscheint diese Art der Bildung des Chorions etwas unwahrscheinlich. Man sieht nicht ein, weshalb die Epithelzellen (eventuell) mehrmals ihre Gestalt ändern sollen, und doch sind die Bilder nicht anders zu erklären. — Man könnte übrigens auch glauben, dass die dickere, stärker gefärbte Membran, welche ich als untere Lage des Chorions bezeichnete, die Dotterhaut sei, da von einer solchen bisher nichts zu bemerken war, doch stimmt damit wieder nicht überein, dass in dem jungen Ei von Taf. 2. Fig. 57 das Chorion bereits verhältnissmässig dick, von der vermeintlichen Dotterhaut aber noch gar nichts vorhanden ist; in dem älteren Ei von Taf. 2. Fig. 58 ist die letztere Lage vorhanden, dagegen ist von einer Chorionausscheidung nicht die Rede. Ausserdem aber zeigt die Membran der Fig. 58, von der Fläche gesehen, eine ausgeprägte Felderung, eine Eigenschaft, die wir ja auch an der sog. unteren Lage des Chorions am ziemlich reifen Ei bemerkten, und die meines Wissens der Dotterhaut nie zukommt. Es gleicht dieses Verhalten ganz dem des Chorions von *Locusta virid.*, auf dessen unterer Lage sich die Zeichnung der oberen entsprechend wiederholt. — Ich kann nach alledem die stärker gefärbte Membran nicht als Dotterhaut betrachten, sondern muss vorläufig auf der oben beschriebenen Entstehungsweise des Chorions beharren. Leider konnte ich, wie schon bemerkt, nie völlig reife Eier erhalten, an denen ich ausser dem zweischichtigen Chorion noch eine Dotterhaut hätte nachweisen können. Es wäre ja leicht möglich, dass dieselbe erst sehr spät entstände.

Der Dotter von *Bombus* besitzt an solchen Eiern, bei denen sich bereits das Chorion anlegt, eine Randschicht, die zwar nicht völlig homogen ist, in der aber nur einzelne Dotterkugeln eingelagert in eine feinkörnige

Masse sich finden. Letztere färbt sich stärker als der übrige Dotter. In späteren Stadien, wie z. B. in dem von Taf. 2. Fig. 56, hat die Randschicht bedeutend an Breite zugenommen und bildet eine ansehnliche Zone rings um das Ei. Sie ist von sehr feinkörniger, beinahe homogener Beschaffenheit, grössere Dotterkörner wie früher finden sich nicht mehr in ihr.

25. Vespa germanica.

Das Chorion wird als dünne, stark lichtbrechende Membran von der ziemlich ebenen Oberfläche der Epithelzellen abgeschieden. Späterhin verdickt sich diese Membran, doch behält sie immer das nämliche Aussehen, wie am Anfang ihrer Bildung. Tinctionsvermögen besitzt sie nicht und sie ist dadurch leicht von der Dotterhaut zu unterscheiden, die sich mit Pikrocarmin tief roth färbt. Die Dotterhaut entsteht später als die erste Anlage des Chorions. In Taf. 2. Fig. 59 ist erst diese letztere vorhanden, die Dotterhaut fehlt noch. Auf diesem Stadium zeigt der Eidotter eine Randschicht von äusserst feinkörniger Beschaffenheit und grösserer Breite, als wir dies bisher beobachteten. In späteren Stadien erscheint die Randschicht weniger homogen, sie unterscheidet sich zwar noch durch grössere Feinkörnigkeit von dem übrigen Dotter, doch nicht mehr in dem Maasse wie früher.

Ich habe das Auftreten der Randschicht des Dotters bei den verschiedenen Insekten, bei denen ich sie vorfand, stets erwähnt, weil ich glaube, dass sie in gewissen Beziehungen zur Abscheidung der Dottersubstanz von Seiten des Epithels steht. Ich hoffe über diesen Punkt in nicht zu langer Zeit eingehendere Mittheilungen machen zu können. — Brass[1]) dürfte übrigens das Vorhandensein dieser besonders ausgezeichneten Schicht als Stütze seiner Theorie annehmen und sie ohne Weiteres für „das Athmungsplasma“ der Eizelle erklären.

[1]) Biologische Studien. I. Die Organisation der thierischen Zelle. Halle 1883.

II. Die Entstehung der Mikropylen.

Die Mikropylen der Insekteneier wurden durch die ungefähr zur nämlichen Zeit ausgeführten und veröffentlichten Arbeiten Meissners [1]) und Leuckarts [2]) bekannt. Beide Forscher beschrieben die Mikropylen einer grossen Anzahl von Insekten und besonders Leuckart giebt eine äusserst eingehende Schilderung der betreffenden Verhältnisse. Während die genannten beiden Forscher bezüglich des Baues der Mikropylen ziemlich mit einander übereinstimmen, weichen sie in ihren Ansichten über die Entstehung derselben von einander ab. Meissner glaubt, dass „die das Ei von unten her umlagernden Zellen, welche allmählich zu dem Chorion verschmelzen, die oberste Spitze des Eies frei lassen." Die Ursache, weshalb diese Lücke hier frei gelassen wird, findet der Verfasser in der schon vor der Bildung des Chorions existirenden Mikropyle der Dotterhaut. Leuckart, der, wie wir sahen, nicht mehr der Steinschen Ansicht huldigt, dass das ganze Chorion durch Verschmelzung der Epithelzellen entstehe, kann sich in Folge dessen auch nicht mit der Meissnerschen Erklärung vom Ursprung der Mikropylen zufrieden erklären. Ausserdem waren Leuckart die mehrfachen Mikropylen bekannt, deren Kenntniss Meissner fehlte. Für sie ist dessen Erklärung überhaupt nicht anwendbar. Leuckart glaubt sich nun durch Beobachtungen an *Gomphocerus* mit aller Entschiedenheit davon überzeugt zu haben, dass die mehrfachen Mikropylen dieses Thieres nicht von Anfang an dem Chorion zukommen, sondern erst durch Resorption ihren Ursprung nehmen. Vor der Ablagerung

[1]) Beobachtungen über das Eindringen der Samenelemente in den Dotter. Zeitschr. für wiss. Zool. VI.

[2]) Ueber die Mikropyle etc. l. c.

des Chorions hat er an der Dotterhaut niemals eine Mikropyle wahrgenommen, so dass er Meissners Vermuthung von dem Einfluss der Dotterhautmikropyle auf die Bildung der Chorionmikropyle auch deshalb keinen Glauben schenken kann.

Leydigs[1]) Darstellung der Entstehung der am oberen Eipol gelegenen (einfachen) Mikropyle nähert sich wieder mehr der Ansicht Meissners. Er sagt: „Während sonst rings um das Ei die das Chorion abscheidenden Epithelzellen einen geschlossenen Beutel bilden, muss dem oberen Pol zunächst eine Lücke bleiben, da hier eine Art von Stiel, zuerst von Dotter und Dotterhaut zusammen, später nur von der Dotterhaut gebildet, vorhanden ist; durch denselben bleibt das Ei mit dem Keimlager lange vereinigt. Nachdem diese Verbindung sich gelöst hat, wird die Stelle zur sog. Mikropyle, und es erhält sich in vielen Fällen gerade an dieser Oertlichkeit eine Verklebung der Dotterhaut mit dem Chorion." Die mehrfachen Mikropylen, sowie die sonstigen Kanäle und Hohlräume des Chorions stellt Leydig den Porenkanälen des Hautpanzers gleich. Eine besondere Angabe über die Entstehung der letzteren Art von Mikropylen macht er nicht.

Die Angaben der genannten Forscher über die Bildungsweise der Mikropylkanäle beruhen nur mehr auf Vermuthungen, ich machte eine positive Beobachtung über die Art der Mikropylbildung an

Meconema varians.

Die Mikropylen dieses Thieres liegen in grösserer Anzahl (bis zu 10) an der Seitenfläche des Eies neben einander. Sie sind den bereits früher beschriebenen (Taf. 1. Fig. 6) von *Decticus* ähnlich, doch erheben sich die Mündungen nicht wie dort über die Oberfläche des Chorions, sondern fallen in deren Ebene. Die Kanäle selbst verlaufen ebenso wie bei *Decticus* nicht direct nach innen, sondern beschreiben einen Bogen, so dass die innere Mündung nicht gerade unter die äussere, sondern seitwärts von dieser zu liegen kommt (Taf. 1. Fig. 9 u. 10). In ihrem Verlaufe nach innen verengern sie sich, so dass ihr Ende einen äusserst feinen Kanal bildet.

[1]) Eierstock und Samentasche, l. c.

Das Eiröhrenepithel von *Meconema* ist in der Gegend der Mikropylen bedeutend voluminöser als an der übrigen Wand der Eikammer. Während dasselbe sonst eine einfache, nicht zu dicke Lage bildet und kugelige Kerne besitzt, drängen sich im Umkreis der Mikropylen eine Anzahl meist langgezogener Kerne an und über einander. Die grössere und unregelmässigere Anhäufung von Zellen erklärt auch die weniger deutlich hervortretende Felderung an diesem Theil des Chorions. — An einer ganzen Anzahl von Längsschnitten fand ich in den Mikropylkanälen einen protoplasmatischen Fortsatz der Epithelzellen, welcher den Kanal zwar nicht mehr völlig ausfüllte, aber ganz die Form desselben wiederholte (Taf. 1. Fig. 9 u. 10). Dieser Fortsatz gehörte einer Zelle an, deren Kern stets tiefer gelegen war als die Schicht der übrigen Kerne des Epithels, und der nicht eine langgezogene, sondern immer eine kugelige Gestalt besass. Die Zelle, welcher die Bildung des Mikropylkanals obliegt, scheint sich also mehr oder weniger aus dem Verbande der übrigen Zellen zu lösen und in die Tiefe zu rücken. Die Entstehung des Kanals ist wohl so zu denken, dass die betreffenden Zellen schon frühzeitig einen Fortsatz ausstrecken, der Anfangs nur kurz ist, später mit dem Dickerwerden des Chorions und dem entsprechenden Zurückweichen der Epithelschicht aber länger und länger wird. Ist die Bildung des Chorions vollendet, so werden die Fortsätze eingezogen und der Kanal ist fertig.

Wir sehen aus dieser Schilderung, dass der Vorgang der Mikropylbildung grosse Uebereinstimmung mit der Entstehung der Porenkanäle des Chorions besitzt, wie sie Leydig von *Timarcha* schildert und wie wir sie bei *Notonecta* und *Nepa* beobachteten. Ein geringer Unterschied liegt nur darin, dass die betreffende Zelle hier nur einen Fortsatz aussendet, um den Kanal entstehen zu lassen, doch ist dies schon deshalb nöthig, weil der Mikropylkanal umfangreicher als die Porenkanäle und deshalb ein stärkerer Fortsatz für seine Bildung erforderlich ist.

Pulex irritans.

Die Eier von *Pulex* zeigen an den beiden abgeflachten Polen eine Anzahl tiefer Gruben, auf deren Grunde die Mündung der Mikropylkanäle liegt. Diese selbst durchsetzen von hieraus das Chorion als gerade Kanälchen.

Ich konnte hier wenigstens den Anfang der Mikropylbildung, nämlich die Entstehung der Gruben beobachten. Dieselben kommen dadurch zu Stande, dass die an den beiden Enden der Eikammer gelegenen Zellen zapfenartige Fortsätze bilden, wie dies Taf. 2. Fig. 60 darstellt. Die Fortsätze ragen in eine den Dotter begrenzende homogene und hell gefärbte Schicht hinein, von der ich nicht zu unterscheiden vermochte, ob sie dem Dotter angehört oder das in der Entstehung begriffene Chorion darstellt, doch ist mir ersteres beinahe wahrscheinlicher, da ich im letzteren Falle gewiss die nach innen laufenden Kanäle wahrgenommen hätte. — Die beschriebenen Fortsätze fand ich nur in grösseren Eifächern, in jüngeren ist die Oberfläche der Epithelzellen sanft wellenförmig und später eben. An der Seitenfläche der älteren Eifächer ist das Epithel ebenfalls platt. — Die Entstehung der Mikropylkanäle selbst, d. h. die feinen Fortsätze an den zapfenförmigen Epithelzellen von *Pulex* zu beobachten, dürfte bei der Kleinheit des Objects jedenfalls sehr schwierig sein, doch ist es wohl kaum zweifelhaft, dass die Mikropylkanäle auf dieselbe Weise ihren Ursprung nehmen.

Was die Vermuthung Leydigs betrifft, dass die einfache Mikropyle am oberen Eipol mancher Insekten durch Persistiren des vom Ei- nach dem Nährfach gehenden Dotterstranges entstehe, so habe ich zwar keine positiven Beweise gegen die Richtigkeit dieser Ansicht, doch scheint es mir nach meinen Beobachtungen wenig wahrscheinlich, dass diese Verbindung wirklich so lange erhalten bleibt, um den betreffenden Kanal direct in den Mikropylkanal übergehen zu lassen. Ich glaube vielmehr, dass die Verbindung zwischen Ei- und Nährfach durch die von den Seiten her sich einschiebenden Epithelzellen völlig unterbrochen wird, noch ehe das Chorion so weit gebildet ist, und dass dann die Bildung des obersten Theils des Chorions sehr rasch durch diese Zellen bewirkt wird, welche auch durch entsprechende Fortsätze auf die oben geschilderte Weise die Mikropylen entstehen lassen. Bei den mit Nährfächern versehenen Schmetterlingen verhält es sich ganz sicher so, ausserdem besitzen die Schmetterlinge mehrfache Mikropylen, so dass dadurch Leydigs Erklärung des Zustandekommens der Mikropylen hierfür von selbst hinfällig wird. — Uebrigens fehlt der Dotterstrang auch bei den mit einem Nährfach verbundenen Eiern sehr oft und er ist, zumal an älteren Eiern, worauf es ja

hier ankäme, nur verhältnissmässig selten vorhanden, ganz abgesehen davon, dass das Nährfach in vielen Fällen schon früher rückgebildet wird.

Die Beobachtung Leuckarts, nach welcher die Mikropylkanäle sich nicht von Anfang an am Chorion finden sollen, liesse sich vielleicht mit unseren Befunden in Uebereinstimmung bringen. Wir erkannten in mehreren Fällen, dass die Masse des in der Bildung begriffenen Chorions eine durchaus weiche und plastische sein muss. Deshalb wäre es leicht denkbar, dass die Zellfortsätze, welche die Kanäle entstehen lassen, nicht von Anfang der Bildung an vorhanden wären, sondern erst später in die weiche Masse des jungen Chorions hinein entsendet würden. Dann würde es ein Stadium geben, in welchem das Chorion eine ununterbrochene Oberfläche besässe. Seine Ansicht, dass die Mikropylkanäle an dem bereits gebildeten Chorion durch Resorption entstehen sollen, dürfte Leuckart wohl aufgegeben haben, sobald er die Entstehungsweise der Porenkanäle der Eischale kennen lernte.

III. Die Bildung des Chorions und seiner Anhänge bei Nepa cinerea. (Eine abweichende Entstehungsweise des Chitins.)

Das Chorion von *Nepa* besteht aus drei Lagen, dem von Leuckart beschriebenen Exo- und Endochorion und einer dritten sehr dünnen Schicht, welche das Endochorion nach innen begrenzt. Diese letztere Lage erscheint auf Schnitten als ein homogener cuticulaähnlicher Saum des Chorions. Das Endochorion ist zart und höckerig. Das Exochorion zeigt eine sechseckige Felderung. Auf jedem Felde erheben sich 4 bis 6 kleine Höcker; diese besitzen eine Oeffnung, welche sich nach unten in einen Kanal auszieht und die ganze Dicke dieser Lage durchsetzt. Das Exochorion ruht auf den Hervorragungen des Endochorions. Zwischen beiden entsteht auf diese Weise ein freier Raum, der sich durch die Kanäle des Exochorions mit Luft erfüllen kann.[1])

Sollten die Oeffnungen an der Oberfläche des Eies nicht in gehöriger Weise funktioniren und das Ei nicht mit der genügenden Luftmenge versorgen können, wie dies bei den in die plastische Masse fleischiger Blattstiele versenkten Eiern von *Nepa* leicht vorkommen mag, so findet sich an den Eiern noch eine andere, höchst sinnreiche Vorrichtung, um in den pneumatischen Raum des Chorions Luft einzuführen. Es stehen nämlich am oberen Pol des Eies sieben lange Fortsätze, die Leuckart als Strahlen bezeichnet (Taf. 3. Fig. 61 B). Sie liegen mit ihrer Basis dicht an einander und sind im Kreise angeordnet. An der von ihnen umschlossenen kreisförmigen Stelle des oberen Pols zeigt das Exochorion eine besonders deutliche, durch hohe Leisten hervorgebrachte Felderung (Taf. 2. Fig. 61 A). Auf einem dieser Felder, das nicht

[1]) Leuckart: „Ueber die Mikropyle" etc. l. c.

gerade bisquitförmig zu sein braucht, wie Leuckart angiebt, münden die beiden Mikropylkanäle nach aussen. Die Strahlen werden in ihrer grösseren Masse von einer porösen, schwammigen Substanz gebildet, die sich aus zarten Chitinbälkchen zusammensetzt. Diese Masse ist bei jedem Strahl mit einer homogenen cuticularen Rinde umgeben (Taf. 2. Fig. 61 A und Taf. 3. Fig. 62), die aber am oberen Abschnitt des Strahles nicht in derselben Weise vorhanden ist, sondern sich hier in eine von radialen Porenkanälen durchbohrte Lage fortsetzt (Taf. 3. Fig. 62). Der obere Abschnitt des Strahles ist also durchgängig porös. Durch diese Einrichtung wird es ermöglicht, dass das Ei zu seinem Schutz tief in Pflanzentheile versenkt werden kann, ohne dass es doch der für seine Entwickelung nöthigen Luft entbehrte. Indem nämlich die Strahlenenden frei nach aussen vorstehen, wird durch sie die Luftcirculation unterhalten. Die Luft tritt in die schwammige Substanz des Strahles ein, diese aber steht in Verbindung mit dem pneumatischen Raum des Chorions, und das Ei ist auf diese Weise beständig von einer Lufthülle umgeben. Die homogene aber äusserst zarte innerste Schicht des Chorions ist sicher ebenfalls für die Luft permeabel.

Was die Bildung des Chorions anlangt, so geht diese auf ganz ähnliche Weise vor sich, wie ich sie bereits von *Notonecta* schilderte. Es wird von dem Epithel des Eifaches zuerst ein dünnes, glashelles Häutchen abgeschieden, die das Endochorion begrenzende innerste Lage des Chorions. Die Grübchen und Höcker des Endo- und Exochorions kommen, ganz wie bei *Notonecta*, dadurch zu Stande, dass die Oberfläche der Epithelzellen entsprechende Erhabenheiten und Vertiefungen bildet. Die Poren des Exochorions werden wieder durch feine Ausfranzungen der Epithelzellen erzeugt (Taf. 3. Fig. 63 u. 64). Die Oberfläche des Eikammerepithels verändert während der Reifung des Eies allmählich ihre Gestaltung und nimmt nach einander die verschiedenen Formen an, welche zur Bildung der einzelnen Lagen des Chorions führen; Anfangs wellig, ist sie zur Zeit der ersten Bildung des Chorions völlig eben, später unregelmässig höckerig, endlich mit feinen Fortsätzen versehen; zuletzt aber verschwinden auch diese und das Epithel zeigt wieder eine ziemlich glatte Fläche. — Die Bildung der Porenkanäle von *Notonecta* und *Nepa* erfolgt auf ganz ähnliche Weise, wie sie Leydig von *Timarcha* beschrieben [vgl. oben p. 188 (8)].

Sehr eigenthümlich ist die Entstehungsweise der Strahlen des Eies von *Nepa*. Um sie leichter zu verstehen, betrachten wir zunächst die Eiröhre, die eine ganz besondere, durch die eigenthümliche Gestaltung der Eier bedingte Form aufweist (Taf. 3. Fig. 65). Dieselbe wurde schon von Lubbock [1]) bemerkt und abgebildet, doch nicht eingehender beschrieben. Die Eiröhren bestehen aus einer ganzen Anzahl hinter einander liegender Eifächer, von denen die oberen breit, aber sehr kurz sind und einander mit breiter Basis ansitzen, während die unteren eine mehr ovale Form zeigen und nur noch durch eine dünne Einschnürung der Eiröhre zusammenhängen (Taf. 3. Fig. 65). Die unteren Eifächer besitzen an ihrem oberen Ende einen nach der Seite gerichteten conischen Aufsatz (A), der anfänglich von nur unbedeutender Grösse ist, mit dem Wachsen der Eianlagen sich aber mehr und mehr in die Länge streckt. In ihm entstehen die Strahlen des Eies. Ihre Bildung geht auf folgende Weise vor sich:

In seinem ersten Anfange stellt der erwähnte Aufsatz der Eifächer eine wulstige Verdickung der Eikammerwand dar. Dieselbe besteht anfänglich aus einer Anhäufung gleichartiger Zellenelemente, bald aber differenziren sich eine Anzahl dieser Epithelzellen, indem sie rascher wachsen als die übrigen (Taf. 3. Fig. 66 und 67), und zwar betrifft dieses Wachsthum hauptsächlich den Zellkern, der gegen das Protoplasma bedeutend überwiegt. Diese Zellen zeichnen sich auf Schnitten durch die verdickte obere Wandung des Eifaches in Folge der bedeutenden Grösse ihrer Kerne sofort vor den anderen Epithelzellen aus. — Man ist leicht geneigt, und ich verfiel Anfangs selbst in diesen Irrthum, den unverhältnissmässig grossen Kern für den Zellleib und den Kernkörper für den Kern zu halten. Doch lässt sich der Uebergang der Epithelzellen in die grossen Zellen ziemlich direct verfolgen. Taf. 3. Fig. 66 z. B. giebt ein Stadium wieder, in welchem die grossen Zellen die übrigen Epithelzellen noch nicht so bedeutend an Grösse übertreffen. Auch lehrt eine vergleichende Betrachtung der dunkel gefärbten voluminösen Gebilde mit den umgebenden Epithelzellen sofort, dass sie in Färbung und sonstiger Beschaffenheit ganz deren Kernen entsprechen.[2]) Der Kernkörper der Epithelzellen

[1]) On the ora and pseudora of insects. Philosophic. Trans. 1857.

[2]) Unterdessen gelang es mir bei *Ranatra*, bei welcher Form sich ähnliche Vorgänge

findet sich in derselben Weise im Kern der grossen Zellen. Eine bestimmte Anordnung scheinen die grossen Zellen in diesem Stadium noch nicht zu haben, doch tritt eine solche mit dem Wachsthum des Aufsatzes ein. Es rücken je zwei benachbart gelegene grosse Zellen gegen einander hin, ihre Kerne legen sich an einander und die Protoplasmaleiber beider Zellen scheinen sehr rasch zu verschmelzen (Taf. 3. Fig. 68). Dabei nimmt das Wachsthum der Zellen seinen ungestörten Fortgang. Allmählich kommen sie in Folge der Vergrösserung des Aufsatzes an dessen Basis zu liegen, und man findet jetzt auf günstig gelegten Querschnitten durch den Aufsatz 14 paarweise angeordnete Kerne, welche die der umgebenden Zellen bedeutend an Grösse übertreffen und ziemlich regelmässig in einem Kreise liegen. Je zwei dieser Kerne sind von einer gemeinsamen Protoplasmamasse umgeben.

Der Aufsatz hat sich unterdessen ansehnlich vergrössert und zeigt bereits seine conische Form. Die Vergrösserung des Aufsatzes ist einestheils eine Folge des Wachsthums der 14 grossen, sowie der übrigen Zellen, denn auch diese letzteren wachsen rasch und übertreffen bald die Epithelzellen der Kammerwandung mehrmals an Grösse, wie man an Taf. 3. Fig. 67 und 68 erkennt. Späterhin strecken sie sich besonders in die Länge, wovon man in der Fig. 67 den Anfang sieht; in Taf. 3. Fig. 69 ist die Streckung bereits weiter fortgeschritten. Eine blosse Vergrösserung der Zellen würde jedoch nicht genügen, um den bedeutenden Umfang des Aufsatzes entstehen zu lassen, welchen derselbe seiner Bestimmung nach annehmen muss. Es tritt daher auch eine Vermehrung der Zellen ein, und zwar scheint dieselbe besonders am Grunde des Aufsatzes vor sich zu gehen, ein Punkt, auf welchen wir später nochmals zurückkommen werden.

Haben die grossen Kerne eine bestimmte Grösse erreicht, so tritt ein höchst merkwürdiger Vorgang ein. Es beginnt nämlich von da, wo sich die Membranen je zweier benachbarter Kerne berühren, eine eigenthümliche Wucherung, die sich ins Innere der Kerne erstreckt. Taf. 3. Fig. 70 stellt einen Querschnitt durch den unteren Theil des Aufsatzes dar, in welchem

finden, den Uebergang der Epithelkerne in die grossen Kerne ganz direct zu verfolgen. Ich verweise auf die betreffende in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie (Bd. 45) demnächst erscheinende Arbeit.

alle 14 Kerne diese Bildungen aufweisen. Die Wucherung beginnt, wie dies die nach einem jüngeren Stadium gezeichnete Taf. 3. Fig. 71 zeigt, mit kleinen stachelartigen Ausläufern von der Berührungswand beider Kerne aus und nimmt später eine mehr gelappte oder dendritische Form an. Ueberhaupt sind die Formen sehr wechselnde, wie die beigegebenen Figuren 69—74. (Taf. 3.) erkennen lassen. Die Färbung dieser Gebilde ist eine dunklere als die des umgebenden Kernplasmas und sie erscheinen mehr homogen als dieses. Die Kernkörper, welche vorher ganz compact waren, stellen in diesem Stadium eine körnige unregelmässig begrenzte Masse dar, von der sich einzelne Stücke loslösen, oder die sogar in lauter kleinere (wie die Kernkörper selbst tief roth gefärbte) Partikel zerfallen (Taf. 3. Fig. 70). Die einzelnen Ausläufer der dendritischen Gebilde erscheinen meist gegen die Kernkörper zu gerichtet, ähnlich wie die Pseudopodien eines Rhizopodiums nach dem aufzunehmenden Nahrungskörper.

Welches ist nun die Bedeutung dieser eigenthümlichen Bildungen? Ich kann nur die eine Deutung für sie finden, dass sie mit der Vereinigung der beiden Zellen zu einer einzigen in Zusammenhang stehen. Möglich, dass durch die rhizopodoiden Gebilde das eventuell in den Kernkörpern aufgespeicherte Nahrungsmaterial für die Kerne, resp. für die Zellen selbst verwendbar gemacht wird, dass dann vielleicht zwischen den offenbar in engster Berührung befindlichen Kernen ein Stoffaustausch stattfindet, und dass dieser die Kerne vielleicht erst befähigt, in einer und derselben Zelle zu funktioniren. Denn darüber, dass die beiden Anfangs getrennten Zellen wirklich zu einer Art von Doppelzelle verschmelzen, kann kein Zweifel obwalten, wie wir sehr bald erkennen werden.

Auf Schnitten von einem etwas späteren Stadium bieten sich uns völlig andere Bilder dar (Taf. 3. Fig. 75 und Taf. 4. Fig. 76—78). Während die Kerne vorher nur wenig tingirt waren, und sich von ihnen nur die dunkleren dendritischen Gebilde abhoben, erscheinen sie jetzt stark gefärbt. Man könnte daran denken, dass das in den tief roth gefärbten Kernkörpern in grosser Menge aufgehäufte Chromatin durch theilweise Auflösung der Kernkörper zum Theil in das Zellplasma übergegangen sei. Die Kerne berühren sich nicht mehr, sondern sind von einander weggerückt und lassen einen freien Raum zwischen sich, welcher die hellere Färbung des die Kerne

umgebenden Plasmas zeigt. Sehr eigenthümlich ist die Form der Kerne in diesem Stadium. Sie besitzen nämlich an der einander zugewandten Seite eine Anzahl ziemlich langer, spitz zulaufender oder gelappter Fortsätze, die ihnen das Aussehen eines rhizopodenähnlichen Wesens verleihen (vergl. die Figuren auf Taf. 4 und 5). Auf Querschnitten betrachtet liegen die längsten und stärksten Fortsätze des Kernes peripherisch. Die Form des Kernes selbst erscheint dadurch concav. Indem nun beide Kerne mit der Concavität gegen einander gerichtet sind, entsteht zwischen ihnen der freie Raum, in welchem später die Bildung des Strahles stattfindet (Taf. 4. Fig. 76 und 77). Der Kernkörper ist in diesem Stadium wieder compacter und massiger, und es geht daraus hervor, dass er während der Thätigkeit der Zelle in wechselnder Folge an Masse ab- und zunehmen kann.

Wie ist das soeben beschriebene Stadium mit dem vorhergehenden zu vereinigen? Was ist aus den dendritischen Gebilden des letzteren geworden? Einen Uebergang zwischen beiden Stadien habe ich auf keinem meiner sehr zahlreichen Präparate finden können, während alle anderen der geschilderten Stadien immer wiederkehren. Dieser Uebergang muss also sehr rasch vor sich gehen. Nachdem die Funktion der dendritischen Gebilde beendigt ist, schwinden sie jedenfalls sehr rasch, die Kerne weichen aus einander und senden die Fortsätze aus. — Wenn man die Abbildungen der beiden besprochenen Stadien betrachtet, könnte man leicht auf die Vermuthung kommen, dass der zwischen den rhizopodoiden Kernen gelegene freie Raum direct durch Umwandlung der vorher an derselben Stelle befindlichen dendritischen Gebilde entstanden sei. Auf diese Weise würde der freie Raum zwischen beiden Kernen ohne Weiteres gegeben sein. Ich erwähne dies nur, um einem entsprechenden Einwurf von anderer Seite her zu begegnen; mir ist es nach meinen Präparaten ganz unwahrscheinlich, dass eine solche Umwandlung der dendritischen Gebilde in Zellplasma stattfinde. Ich glaube vielmehr, dass sie allmählich schwinden, und dass der freie Raum zwischen den beiden grossen Kernen einfach dadurch entsteht, indem sie von einander wegrücken.

Die erste Bildung der Strahlen beginnt damit, dass in dem von den Fortsätzen der Kerne umgebenen freien Raume des Zellplasmas eine blasige Struktur entsteht. In Taf. 3. Fig. 75 und Taf. 4. Fig. 76—80, welche dies zeigen sollen, sind die Bläschen durch die Lithographie zu sehr hervorgehoben

worden und zeichnen sich in Folge dessen vor dem übrigen Plasma viel zu sehr aus. Sie müssten gegen dieses verschwimmen, so dass das ganze Plasma an dieser Stelle eine mehr schaumige Beschaffenheit zeigt. Gegen das Centrum (des Raumes zwischen den Kernen), wo die Chitinbildung zu beginnen hat, sind die Fortsätze der Kerne hin gerichtet (Taf. 3—5. Fig. 75—83). Dass die Kerne an der abscheidenden Thätigkeit der Zelle betheiligt sind, kann man mit Sicherheit aus ihrer Form schliessen. Zu welchem anderen Zwecke sollten sie gerade an der ganzen gegen den Bildungsherd der Strahlen gewandten Seite die radial gegen diesen gerichteten Fortsätze aussenden? — Es wird auf diese Weise eine Oberflächenvergrösserung der Kerne erzielt, und dadurch gewiss deren Einfluss auf die Thätigkeit der Zelle nach dieser Richtung hin erhöht.

Die erwähnte schaumige Struktur des Zellplasmas ist besonders bei der allerersten Bildung der Strahlen zu bemerken, späterhin, d. h. bei der Bildung des oberen Abschnittes der Strahlen, ist sie nicht vorhanden. Sie scheint also bei der Umwandlung des Zellplasmas in Chitin nicht unbedingt erforderlich zu sein. Das erste Auftreten wirklichen Chitins besteht darin, dass in der schaumigen Masse des Plasmas kleine stark lichtbrechende Körnchen sichtbar werden, welche sich Anfangs kaum von der Masse des Plasmas unterscheiden. Weiter oben wandelt sich das Plasma von ganz gewöhnlicher Struktur auf dieselbe Weise in das Chitin um (Taf. 3. Fig. 81, Taf. 4. Fig. 82 und 87). Eine deutliche Grenze zwischen dem in der Entstehung begriffenen Chitin und dem Zellplasma ist oft nicht nachzuweisen.

In Taf. 4. Fig. 80 sieht man den Strahl an seinem Grunde in der ersten Anlage. Ein kleiner höckerförmiger Körper (St) besteht schon aus Chitin, während das im Längsschnitt darüber liegende Plasma der „Doppelzelle" die erwähnte schaumige Beschaffenheit zeigt. Hier würde also die Bildung des Strahles nach oben ihren Fortgang nehmen. — Taf. 3. Fig. 81 zeigt einen Querschnitt, auf welchem die Bildung der Strahlen schon etwas weiter fortgeschritten ist, Taf. 4. Fig. 82 und 83 stellen noch ältere Stadien dar. Es beginnt auf ihnen schon die Differenzirung des Strahles in seine verschiedenen Schichten, was besonders auf dem etwas schräge geführten Schnitt der Fig. 83 deutlich hervortritt. Dasselbe gilt von dem durch die Spitze des Aufsatzes geführten schrägen Schnitt der Taf. 5. Fig. 96, der

wegen der veränderten Lage der grossen Zellen erst später zu erwähnen sein wird. Rings um den noch in der Bildung begriffenen Strahl bemerkt man eine schmale Plasmazone, die sich durch stärkeres Färbungsvermögen von dem übrigen Zellplasma unterscheidet. Wir bemerken sie in Taf. 5. Fig. 84 (Querschnitt) als schmalen dunklen Ring um den Strahl, und an dem Längsschnitt der Taf. 5. Fig. 96 tritt sie als dunkler den Strahl umgrenzender Saum auf.

In den früher betrachteten Stadien, wie sie Taf. 4. Fig. 76 und 78 darstellen, war nach dem Zusammentreten der beiden Zellen rings um die beiden Kerne nur eine verhältnissmässig schmale Protoplasmazone vorhanden, doch war eine diese umgrenzende Membran nicht bestimmt wahrzunehmen. Es ist hierauf freilich kein grosser Werth zu legen, weil die Grenzen auch der übrigen Zellen des Aufsatzes nicht immer deutlich hervortreten und die Zellkörper theilweise zu einer gemeinsamen Grundmasse zusammenfliessen. Immerhin aber dürfte es gewagt erscheinen, von einer „Zelle" mit zwei Kernen zu sprechen, wenn diese Zelle nicht wirklich als abgeschlossenes Ganzes vorläge. Als solches erscheinen uns aber wirklich die durch Vereinigung zweier Zellen entstandenen Gebilde in den Stadien, die wir zuletzt betrachteten, und welche Taf. 4. Fig. 80 und 82, sowie Taf. 3. Fig. 81 darstellen. Dasselbe gilt auch für alle späteren Stadien. Von einer die Verbindungsstelle der beiden ursprünglichen Zellen bezeichnenden Grenzlinie war in der grossen Zelle bereits lange vor der Bildung des Strahles nichts mehr zu bemerken. Auch in Bezug hierauf müssen wir also die grossen „Zellen" als abgeschlossenes Gebilde ansehen. Jedes dieser Gebilde ist mit einer festen Membran umgeben, und wir dürfen nun von 7 grossen Zellen sprechen, welche aus den anfänglich ausgezeichneten 14 Zellen hervorgingen. Da wir aber das aus zwei Zellen entstandene Gebilde als eine wirkliche echte Zelle immerhin nicht ansehen können, so möchte ich die 7 neu entstandenen grossen Zellen mit dem indifferenten Namen von „Doppelzellen" belegen. Jede der Doppelzellen enthält in sich die beiden verästelten Kerne und zwischen diesen die Anlage des Strahles.

Taf. 5. Fig. 84 zeigt uns einen Querschnitt, welcher ausser den 7 Doppelzellen (Dz) nur noch ein zartes, zu deren Befestigung dienendes Gewebe aufweist. Solche Schnitte sind schwer zu erhalten, weil die Doppelzellen wenig Zusammenhalt besitzen und leicht aus einander fallen. Dann

erhält man die Schnitte der 7 Zellen einzeln, nie aber lösen sich die beiden Kerne einer Zelle von einander; es beweist dies am besten, wie fest die Anfangs getrennten Zellen zu einem Ganzen, zu einer Doppelzelle, verschmolzen sind.

Aus der Lage der Doppelzellen geht von selbst hervor, dass die erste Bildung der Strahlen an der Basis des Aufsatzes stattfindet, und zwar, wie wir aus Taf. 4. Fig. 80 erkennen, in unmittelbarer Nähe der Innenfläche des Epithels, so dass auf diese Weise die Vereinigung der Strahlen mit dem ebenfalls um diese Zeit sich anlegenden Chorion leicht von Statten gehen kann. Es wird also zuerst der dem Ei am nächsten liegende Theil der Strahlen gebildet; die Bildung beginnt ganz unten und geht nach oben fort, so weit sich die Doppelzelle erstreckt. Ist die Bildung des Strahles hier vollendet, so rücken die 7 grossen Zellen allmählich nach der Spitze des Aufsatzes zu. Dies geschieht dadurch, dass sich von den Seiten her Epithelzellen unter sie schieben, welche sie in die Höhe drängen. So gleiten die Doppelzellen an den von ihnen umschlossenen bereits fertigen Theilen der Strahlen nach oben, indem sie diese hinter sich zurücklassen (Taf. 4. Fig. 85, Taf. 5. Fig. 86 und 94). Die oberen Abschnitte der Strahlen werden auf diese Weise von denselben 7 Zellen gebildet, welche vorher die unteren entstehen liessen. Während dieses Vorganges sind die Doppelzellen noch fortwährend im Wachsen begriffen; sie erreichen ihre grösste Ausdehnung erst, wenn sie an der Spitze des Aufsatzes angelangt sind und die Ausbildung der Strahlen fast vollendet ist. Ihre Länge beträgt bis zu 0,6 mm, mehr als ein Drittel der Länge des ganzen Aufsatzes; sie füllen in diesem Stadium den ganzen oberen Abschnitt des letzteren aus (Taf. 5. Fig. 86). Die Figuren 87 und 88 (Taf. 4) stellen Längsschnitte dieser Riesenzellen dar. Solche Längsschnitte sind schwer zu erhalten, da sich die bereits chitinisirten Strahlen meist von dem Zellplasma ablösen und aus der Zelle herausfallen. Die Fortsätze der Kerne sind mit der Vollendung der Strahlen geschwunden. In Taf. 4. Fig. 88 liegen die langgestreckten Kerne den Strahlen dicht an, und zwar gerade so weit, wie die poröse Aussenhülle derselben reicht; es scheint, als ob dies Verhalten mit der Bildung der letzteren zusammenhinge. In Taf. 4. Fig. 87 liegen die Kerne noch in der gewöhnlichen Entfernung von den Strahlen; die Bildung der letzteren ist hier noch nicht so weit vorgeschritten, von der äusseren Rinde ist noch nichts zu bemerken. Der Schnitt, nach welchem die

letztere Abbildung angefertigt wurde, war mehr schräg durch die Zelle geführt, daher die nach oben spitz zulaufende Gestalt der letzteren. Wie man aus den Abbildungen erkennt, entsprechen die Kernkörper in ihrer Form ganz der Längsstreckung der Kerne und Zellen.

Werfen wir noch einen Blick auf das übrige Gewebe des Aufsatzes. Wir sahen bereits, dass dessen Grössenzunahme neben dem ausserordentlichen Wachsthum der Doppelzellen noch durch die Vergrösserung und besonders durch die Längsstreckung der Epithelzellen bewirkt wird (vgl. Taf. 3. Fig. 69 und Taf. 4. Fig. 78). Die Grenzen der einzelnen Zellen sind sehr oft nicht deutlich zu erkennen. Die Form und Vertheilung der Zellen ist verschieden in den einzelnen Stadien der Strahlenbildung, sowie in den verschiedenen Gegenden des Aufsatzes. Anfangs strecken sich die Zellen so, dass die Kerne an den Gipfel des Aufsatzes zu liegen kommen (Taf. 3. Fig. 69), späterhin werden diese Kerne durch die heraufrückenden Doppelzellen verdrängt, und es treten andere an der Basis des Aufsatzes auf (Taf. 4. Fig. 85). Hier findet man in einer peripherischen Zone oftmals Bilder, die man nicht anders als auf Zelltheilungsstadien (Taf. 5. Fig. 89 und 90) zurückführen kann; es geht also mit dem Wachsthum der Zellen eine Vermehrung derselben Hand in Hand, was bei der enormen Grössenzunahme des Aufsatzes nicht mehr als natürlich ist. Aehnliche Bilder, die wohl ebenfalls nur auf Zelltheilung zurückzuführen sind, finden sich am Epithel der Eikammerwände (Taf. 4. Fig. 92). Hier bemerkte ich auch Kerntheilungsfiguren, doch traten dieselben nie recht deutlich hervor, was allerdings wohl an der Behandlung gelegen hat.

Die Vermehrung der Zellen am Grunde des Aufsatzes hat vor Allem den Zweck, das Emporrücken der Doppelzellen zu bewirken. Die neuen Zellen entstehen am Umfang der Basis des Aufsatzes, wie dies Taf. 5. Fig. 90 und 91 erkennen lassen. Der erste Schnitt (Taf. 5. Fig. 90) ist mehr tangential geführt und lässt fast nur Theilungszustände der Epithelzellen erkennen, der letztere (Taf. 5. Fig. 91) liegt schon etwas mehr nach innen zu, auf beiden sieht man ausser den Epithelzellen auch Fragmente der Doppelzellen, die auf dem Schnitt (Taf. 5. Fig. 90) gewiss nur in einzelnen Ausläufern getroffen wurden. Diese beiden Schnitte, die übrigens in der Serie nicht direct auf einander folgen, sondern noch durch mehrere Schnitte

getrennt sind, zeigen recht deutlich, wie die Zellvermehrung in der Peripherie am stärksten ist. In Folge der starken Vermehrung finden die zahlreichen neu entstandenen Zellen hier keinen Platz mehr, sie üben einen Druck auf einander aus, der es schliesslich bewirkt, dass ein Theil von ihnen nach dem Innern des Aufsatzes hin rückt. Dabei schieben sie sich unter die Doppelzellen und drängen diese in die Höhe. So findet sich in späteren Stadien am Grunde des Aufsatzes ein Gewebe mit zahlreichen, grossen Kernen (Taf. 4. Fig. 85, Taf. 5. Fig. 86), und man sieht die Strahlen mit ihren unteren Abschnitten in dieses Gewebe eingelagert (Taf. 4. Fig. 93). Nach der Art und Weise des Emporrückens der Doppelzellen müssen sich solche Zellen in der Umgebung jedes Strahles unterhalb jeder Doppelzelle vorfinden, und es ist dies auch regelmässig der Fall, so wie es Taf. 5. Fig. 94 von dem peripheren Theile eines Längsschnittes wiedergiebt. Die Mitte des Aufsatzes dagegen wird in seinem unteren Theile durch die Verlängerung der vorerwähnten, an der Basis gelegenen Zellen oder durch ein besonderes aus zartwandigen langgestreckten Zellen bestehendes Gewebe gebildet (Taf. 4. Fig. 85). Dieses letztere findet sich auch in den Theilen des Aufsatzes, welche im Uebrigen nur von den Doppelzellen gebildet werden, wie dies Taf. 5. Fig. 84 und 95 erkennen lassen, von denen die letztere einen ziemlich an der Spitze, die erstere einen weiter nach unten gelegenen Querschnitt des Aufsatzes darstellt. Ebenso bildet dieses Gewebe die äusserste Spitze des Aufsatzes (Taf. 5. Fig. 96). Zu betrachten sind die Zellen dieses Gewebes als Derivate der Epithelzellen, welche den jungen Aufsatz bildeten. Dazu kommen die im oberen Theile des Aufsatzes gelegenen Zellenelemente, welche bei dem Emporsteigen der immer der Aussenwand dicht anliegenden Doppelzellen in die Mitte gedrängt und hier mehr und mehr rückgebildet wurden.[1]) Dieses Gewebe scheint nur eine mechanische Funktion zu besitzen, die darin besteht, die umfangreichen Doppelzellen an einander zu befestigen, da die-

[1]) Ein sehr anschauliches Beispiel für Roux' Kampf der Zellen im Organismus. Die Doppelzellen steigen empor, nehmen allmählich den ganzen Platz der über ihnen gelegenen Epithelzellen in Anspruch und drängen diese zur Seite. Indem sie ihren Umfang noch fortwährend vergrössern, üben sie einen beständigen Druck auf die von ihnen umgebenen Epithelzellen aus, denen in ihrer Lage zwischen den zuletzt fest an einander anschliessenden Doppelzellen gewiss auch die nöthige Ernährung fehlt, so dass sie schliesslich auf diese Weise verkümmern.

selben sonst nur einen sehr geringen Zusammenhalt besitzen würden. Vielleicht ist die Peritonealhülle allein nicht genügend, sie zusammen zu halten. Dafür, dass diese Zellen keinerlei ernährende Funktion, sondern blosse mechanische Bedeutung haben, spricht ihr Aussehen; sie besitzen nur einen blassen Kern, der oftmals im Zerfall begriffen ist, und zeigen nur ein sehr geringes Färbungsvermögen. Die weiter unten im Umkreis der Strahlen und an der Peripherie gelegenen grösseren Zellen[1]) mit ihren dunkel gefärbten Kernen erscheinen viel lebensfähiger, ihnen liegt die Zellvermehrung und vielleicht auch die Ernährung der die Strahlen bildenden grossen Zellen ob.

Ist die Reifung des Eies und mit ihr die Bildung der Strahlen vollendet, so degenerirt das innerhalb des Strahlenkegels gelegene Gewebe. Es bilden sich Bündel eigenthümlicher Stränge von fettartiger Beschaffenheit, welche durch Umbildung der langgestreckten Zellen zu entstehen scheinen (Taf. 5. Fig. 97). Beim Uebertritt des Eies in den Eiergang ziehen sich die Strahlen wie aus einem Futteral aus dem Gewebe des Aufsatzes. Letzteres (mitsammt den Doppelzellen) bleibt zurück und geht seinem allmählichen Zerfalle entgegen.

Zum Schluss will ich noch zwei Abnormitäten erwähnen, die ich an den Eiern von *Nepa* fand. Das eine Mal handelt es sich um die Bildung von 8 anstatt der gewöhnlichen 7 Strahlen. Es ist dies der einzige Fall, den ich beobachtete, obgleich ich nachher noch eine grosse Menge von Eiern daraufhin untersuchte.[2]) In diesem Falle wurden 8 anstatt 7 Doppelzellen gebildet. Der nebenstehende Holzschnitt (Fig. 2) giebt

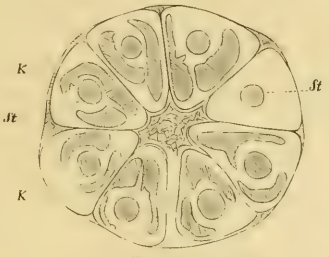


Fig. 2.
Querschnitt durch einen Aufsatz der Eikammer von *Nepa cin.* Vergrösserung: K = Kerne der Doppelzellen. St = Strahlen.

[1]) Meine später an *Ranatra* angestellten Untersuchungen haben mir gezeigt, dass diesen Zellen die Abscheidung der homogenen Aussenschicht des Strahles zufällt, was mir bei einer nachträglichen Betrachtung der Präparate von *Nepa* auch für diese Form sehr wahrscheinlich ist (vgl. die erwähnte Arbeit in der Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 45).

[2]) Zufällig fand ich vor Kurzem bei zwei Weibchen von *Nepa* mehrere reife Eier mit 8 Strahlen, es scheint demnach dieses Abweichen von der regelmässigen Zahl nicht etwas so Aussergewöhnliches zu sein, wie ich nach meinen früheren Befunden annehmen musste. Taf. 2. Fig. 61 A stellt den oberen Pol eines dieser Eier dar.

einen Querschnitt des betreffenden Aufsatzes in den Umrissen wieder. Die zweite Abnormität bestand darin, dass sich ein Strahl an der Spitze verzweigte, so wie es der Holzschnitt (Fig. 3) verdeutlicht. Es wäre interessant, zu erfahren, wie diese Bildung in der Doppelzelle zu Stande kommt. Ich habe es an Schnitten nie beobachtet.

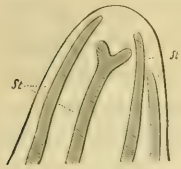


Fig. 3.
Der obere Theil eines Aufsatzes von *Nepa cinerea*. St = Strahlen.

Eine entsprechende Einrichtung wie an den Eiern von *Nepa cinerea* findet sich an denen von *Ranatra linearis*. Das Ei dieses Thieres besitzt aber anstatt 7 nur 2 Strahlen, die etwas länger sind als bei *Nepa*. Dem entsprechend ist die Gestalt der Aufsätze, in denen die Strahlen auch hier gebildet werden, schlanker und höher. Im Uebrigen zeigt die Eiröhre von *Ranatra* die grösste Uebereinstimmung mit der von *Nepa* beschriebenen. Auch bei ihr finden sich die zur Bildung der Strahlen erforderlichen eigenthümlichen Vorgänge. Es werden ebenfalls umgewandelte Epithelzellen zur Bildungsstätte der Strahlen, nur dass hier nicht 7 Paar von Zellen wie bei *Nepa*, sondern bloss 2 Paar auftreten, die an entgegengesetzten Seiten des Aufsatzes liegen. Leider sind meine Untersuchungen an *Ranatra* noch nicht genügend vervollständigt, als dass ich mit Gewissheit sagen könnte, die Vorgänge bei *Ranatra* wären ganz die nämlichen wie bei *Nepa*, — es war mir bis jetzt nicht möglich, weiteres Material zu erhalten, und da diese Arbeit zum Abschluss gebracht werden musste, so sehe ich mich genöthigt, meine Mittheilungen über *Ranatra* an anderer Stelle zu geben.[1])

[1]) Unterdessen habe ich diese Untersuchungen beendigen können; sie finden sich in der schon mehrmals erwähnten Arbeit niedergelegt. Wie man daraus ersieht, bestätigen sie im Wesentlichen die Befunde von *Nepa* und weichen nur mehr in Einzelheiten von ihnen ab.

IV. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.

Ueberblicken wir die vorstehenden Betrachtungen nochmals, so ergiebt sich uns zunächst für die Bildung der Dotterhaut, dass dieselbe durch Erhärtung aus einer dünnen Schicht des Dotters hervorgeht, welche sich an der Peripherie als heller Saum von der übrigen Dottermasse differenzirte. Diese Bildungsweise, welche wir an einer Anzahl von Insekten direct beobachten konnten, entspricht den Ansichten von Weismann und Leydig, welche beiden Forscher, wie wir früher sahen, die Dotterhaut als „erhärtende Rindenschicht" des Eies betrachteten. — Leuckarts Angabe, dass die Dotterhaut früher entstehe als das Chorion, gilt nicht für alle Fälle, wenn es sich auch meistens so zu verhalten scheint. Bei mehreren Insekten, *Gomphocerus*, *Pyrrhocoris*, *Musca*, *Carabus*, *Vespa* und *Bombus*, sahen wir die Bildung der Dotterhaut später als die des Chorions vor sich gehen. Eine feste Norm scheint hierfür nicht zu bestehen. Bei den einander sehr nahe stehenden Insekten, *Notonecta* und *Pyrrhocoris*, bildet sich die Dotterhaut der ersteren Form früher, die der letzteren später als das Chorion. Auch der Zeitpunkt der Dotterhautbildung in Bezug auf den Reifezustand des Eies ist ein wechselnder. Bei *Musca* und *Carabus* ist die Dotterhaut an den bereits sehr umfangreichen Eiern noch nicht vorhanden, bei *Aromia* dagegen entsteht sie bereits, wenn die Eier noch sehr klein sind. Wir schlossen daraus, dass die Dotterhaut einer Erweiterung fähig sein muss und am wachsenden Ei wohl kaum eine feste Haut, sondern eine weiche, vielleicht sogar eine zähflüssige Schicht darstelle, die sich durch Aufnahme neuer Substanz fortwährend zu erweitern vermag, und durch die hindurch die Ernährung des Eies vom Epithel aus ungehindert vor sich gehen kann.[1])

[1]) Ich verweise auch auf die Erörterung des betreffenden Punktes gelegentlich der obigen Betrachtungen über die Bildung der Eihüllen von *Aromia moschata*.

Betreffs der Bildung des Chorions bin ich in der Lage, die Angaben derjenigen Forscher durchaus zu bestätigen, welche das Chorion als cuticulares Abscheidungsproduct der Epithelzellen ansahen. Das Chorion wird als zarte Cuticula von dem fast immer einschichtigen Eikammerepithel ausgeschieden; allmählich verdickt es sich in Folge weiterer Secretion der Epithelzellen und erreicht so schliesslich seine definitive Stärke. Von dem in der Bildung begriffenen jungen Chorion ergab sich aus den Beobachtungen an *Musca vom.* und *Carabus nem.*[1]), dass seine Masse weich, plastisch ist. Das in der Bildung begriffene Chorion von *Musca* blieb bei der Contraction des Dotters theils an diesem, theils am Epithel haften und zog sich in Fäden aus (Taf. 2. Fig. 49). Auch vermag das Chorion während der verschiedenen Bildungsstufen seine Gestalt zu ändern, indem sich diese immer der Form des Eifaches anpasst. Ausserdem zeigt es oftmals eine facettirte Bildung, die dann später mehr oder weniger schwindet, je nachdem die das Chorion formende Epithelschicht frühzeitig ihre Oberfläche abflacht oder nicht. Alles dies spricht dafür, dass die Masse des im Entstehen begriffenen Chorions plastisch ist. Sie scheint erst gegen das Ende der Chorionbildung zu erhärten. Uebrigens erleidet das Chorion auch nach seiner Abscheidung noch eine Veränderung seiner Substanz, wie aus seinem Verhalten gegen Färbungsmittel hervorgeht. Am Anfang seiner Bildung färbt es sich mit Boraxcarmin stark roth, doch verliert es dieses Färbungsvermögen mit dem Fortschreiten in der Ausbildung und verhält sich schliesslich völlig neutral gegen Farbstoffe. Die Substanzveränderung des reifenden Chorions documentirt sich übrigens bei vielen Insekten schon durch die Ablagerung des Anfangs nicht vorhandenen braunen Farbstoffs in ihm.

Das Chorion entsteht nicht immer gleichzeitig am ganzen Umfang des Eies, wie dies bei vielen Insekten ohne Dotterbildungs- oder Nährzellen der Fall ist, sondern bildet sich zuerst am unteren Abschnitt, setzt sich dann weiter nach oben fort und wird am oberen Pol des Eies zuletzt ausgeschieden. Diese Bildungsweise des Chorions hängt mit den Formveränderungen der wachsenden Eianlagen zusammen.[2])

[1]) Vergl. p. 204 (24) und 214 (34).

[2]) Vergl. die betreffenden Angaben über *Musca* und *Carabus*.

Die zellenartige Struktur des Chorions, hervorgebracht durch polygonale Felderung oder sonstige, oft sehr complicirte Gebilde auf seiner Oberfläche, verführte mehrere Beobachter, dem Chorion eine Zusammensetzung aus Zellen zuzuschreiben. Dass eine solche nie vorhanden ist, brauche ich nach den vorstehenden Betrachtungen kaum nochmals auszusprechen, auch wäre dies, wie ich bereits hervorhob, schon nach den Beobachtungen von Leydig als feststehend anzunehmen gewesen. Durch obige Untersuchungen wird nachgewiesen, dass auch die complicirtesten Bildungen des Chorions, wie z. B. die von *Locusta viridissima* und *Meconema* var. auf eine blosse cuticulare Secretion der Epithelzellen zurückzuführen sind. Während die sog. Leisten, welche die polygonale Felderung des Chorions verursachen, nur durch stärkere Secretion von Cuticularsubstanz an den Grenzen der Zellen entstehen (so dass also jedes Chorionfeld einer Zelle entspricht), können die höheren Aufsätze des Chorions allein durch Gestaltveränderungen der Zellen hervorgebracht werden. Die Zellen bilden zu diesem Zwecke je nach der Form der betreffenden Gebilde verschiedenartig gestaltete Fortsätze, an deren Peripherie, ganz wie die Secretion an der Oberfläche der Zellen, die Abscheidung der cuticularen Substanz vor sich geht. Indem die Innenfläche der Epithelschicht im Verlauf der Chorionbildung ihre Gestalt ändert, ist sie im Stande, nach einander die verschiedenartigen Gebilde desselben Chorions entstehen zu lassen.[1])

Neben der Gestaltveränderung der Epithelzellen zum Zwecke der Chorionbildung ist ihre Fähigkeit bemerkenswerth, vermöge deren die nämlichen Zellen nach einander verschiedenartige Substanzen auszusondern im Stande sind, wie dies z. B. bei *Meconema* der Fall ist, wo ja erst die einzelnen Schichten des Chorions zur Ablage gelangen und nachher noch eine die „Körbchen" erfüllende schleimartige Substanz abgeschieden wird.[2]) — Das Epithel passt sich stets der Gestaltung des Chorions an. Ist dieses complicirter gebaut, so wird auch die Epithelschicht stärker sein, zeigt es einfachere Gestaltung,

[1]) Als typische Beispiele hierfür vergleiche man die Entstehungsweisen des Chorions von *Decticus* und *Locusta*, p. 191 (11) u. ff.

[2]) Ganz abgesehen davon, dass den Epithelzellen wohl vorher auch die Production von Dotter zukam.

so ist auch nur eine weniger umfangreiche Epithelschicht für seine Bildung erforderlich. Als Gegensätze führen wir hier z. B. *Locusta* und *Ephemera* an. Die erstere Form, welche ein Chorion von äusserst complicirter Bauart besitzt, mit dicker, aus Pallisadenzellen gebildeten Epithelschicht, die letztere mit einem dünnen Epithel, das noch dazu vor der Abscheidung des Chorions eine Abplattung erfährt; zur Ausscheidung ihres zarten Chorions genügt auch ein solches spärliches Epithel. — Die Epithelschicht ist übrigens während der Bildung des Chorions meist einer bedeutenden Abplattung unterworfen, so dass sie nachher oft nur noch die Hälfte (und weniger) ihrer Dicke als vor dem Beginn der Abscheidung aufweist. Sie verwendet demnach eine ansehnliche Menge ihrer Substanz für die Bildung des Chorions. Dies zeigt sich auch darin, dass sie vor und während der Secretion ein starkes Färbungsvermögen besitzt; ihre Zellen sind allem Anschein nach stark mit Bildungsmaterial erfüllt.[1]) Letzteres verliert sich aber mit der Ausbildung des Chorions; es ist schliesslich nur noch wenig färbbare Substanz vorhanden. Das Epithel beginnt zu degeneriren, denn es ist functionslos geworden. Betreffs der weiteren Schicksale des Epithels verweise ich vor der Hand auf meine vorläufige Mittheilung: Ueber die Bildung des Chorions etc.[2])

Die Secretion der cuticularen Substanz findet nicht immer nur an der freien Oberfläche der Epithelzellen, sondern zuweilen auch an ihren Seitenflächen, also zwischen den einzelnen Zellen statt, wie unsere Beobachtungen an *Bombus* und *Vanessa urticae* ergaben. Es werden auf diese Weise flächenhafte oder fadenförmige Gebilde erzeugt, welche mit dem sich bildenden Chorion in Verbindung stehen; dem fertigen Ei sitzen sie als „körbchenartige Gebilde" auf (*Bombus*) oder umgeben einen Theil desselben in Form eines Netzes (*Vanessa*).

Durch Fortsätze der Epithelzellen nehmen auch die Porenkanäle ihren Ursprung, welche das Chorion oft in grosser Menge durchsetzen. Diese Fortsätze sind sehr fein; sie bringen an der Oberfläche des Epithels eine franzenartige Beschaffenheit hervor. Die zarten Zellfortsätze ragen in die Masse des in

[1]) Vergl. hierüber auch p. 203 (23) u. a.

[2]) Zool. Anzeiger 1884, Nr. 173. Seit der Zeit, als dies niedergeschrieben wurde, habe ich auch über diesen Punkt weitere Beobachtungen gemacht, die sich ebenfalls in der oben erwähnten Arbeit (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 45) niedergelegt finden.

der Bildung begriffenen Chorions hinein, und wenn dieses später erhärtet, muss natürlich da, wo sich ein Fortsatz befindet, ein von diesem erfüllter Hohlraum in der Masse des Chorions entstehen. Indem die Fortsätze dann von der Zelle eingezogen werden, sind da, wo vorher die Fortsätze lagen, nunmehr die Porenkanäle vorhanden. Wo sich derartige Bildungen am Chorion finden, ist dasselbe gewöhnlich sehr dick und besteht aus mehreren Lagen von verschiedenartiger Beschaffenheit, für deren Ausscheidung das Epithel wiederum nach einander verschiedene Gestaltung annehmen muss.

Durch längere und stärkere Fortsätze, doch im Wesentlichen auf dieselbe Weise, entstehen die langgestreckten und sich nach oben hin erweiternden Kanäle der mehrfachen Mikropylen. Dass die Bildung der einfachen Mikropyle am oberen Eipol auf ganz ähnliche Weise und nicht in Folge von Persistiren des anfänglich Ei- und Nährfach verbindenden Dotterstrangs erfolgt, wie dies Meissner und Leydig glauben, ist als äusserst wahrscheinlich zu betrachten. Zweifellos ist, dass bei den ja ebenfalls mit Nährfächern versehenen Schmetterlingen die Mikropylkanäle auf die gewöhnliche Weise durch Fortsätze der Epithelzellen zu Stande kommen, welche sich zwischen Ei- und Nährfach von der Seite her eingeschoben haben. Von der Bildungsweise der Mikropylkanäle durch Resorption nach der Abscheidung des Chorions glaubte ich annehmen zu können, dass Leuckart diese Ansicht wohl aufgegeben haben dürfte, als er die Entstehungsart der Porenkanäle kennen lernte. Ich kam zu der Ueberzeugung, dass eine derartige Bildung der Mikropylkanäle nicht statt hat, ebensowenig wie bei der Entstehung der Gruben und Porenkanäle des Chorions Resorptionsprocesse mitwirken. Diese Bildungen kommen immer durch Fortsätze der Epithelzellen zu Stande, in deren Umgebung sich die cuticulare Substanz ablagert.

Nach alledem müssen wir sagen, dass das Chorion der Insekten eine Cuticularbildung darstellt. Die ihm aufliegenden, oftmals complicirt gebauten Gebilde verdanken ihre Entstehung ebenfalls einer cuticularen Secretion, die entweder an den Seitenflächen der Epithelzellen oder an der Oberfläche solcher Fortsätze stattfindet, welche die Zellen aussandten. Die Poren und Mikropylkanäle des Eies sind ebenfalls durch Zellfortsätze vorgebildet. Die Bildung des Chorions entspricht demnach, wie dies auch bereits Leydig aussprach, der typischen Bildungsweise des Hautpanzers der Arthropoden. Der-

selbe wird wie das Chorion durch eine zellige Matrix ausgeschieden und seine Porenkanäle nehmen durch verlängerte Epithelzellen ihren Ursprung. Ganz frappant, um nur ein Beispiel anzuführen, ist die Aehnlichkeit mit der Anlage des Chorions in einer Abbildung, welche Semper von der Entstehung der Hautdecke des Hinterleibes von *Saturnia carpini* giebt.[1])

Eine bedeutende Abweichung von der typischen, cuticularen Bildungsweise des Chorions und seiner Anhangsgebilde bietet die Entstehung der Eistrahlen von *Nepa* dar. Die Verschiedenheit besteht darin, dass die übrigen Choriongebilde an der Aussenfläche von Zellen als Cuticularbildung entstehen, während die Eistrahlen von *Nepa* im Innern umgewandelter Epithelzellen ihren Ursprung nehmen. Dort also die gewöhnliche Art der Chitinbildung als cuticulare Ausscheidung, hier eine neue, eigenartige Entstehung desselben im Innern von Zellen.

Eine Art intracellulärer Bildung von Chitin finden wir auch bei der Bildung der Intima der Tracheen und desgleichen bei den feinen aus den Drüsen führenden Chitinröhrchen der Insekten. Werfen wir hier zur Vergleichung einen Blick auf die Entstehung dieser beiderlei Gebilde. Die Bildung der Tracheen im Innern von Zellen kann nach Weismann[2]) auf verschiedene Weise vor sich gehen. Ich hebe davon nur folgende hervor: „Einmal bilden sich die Stämme im Ei und in der Puppe aus soliden cylindrischen Strängen kugeliger Zellen, die in ihrer Axe ein Lumen bilden, gegen dieses hin eine elastische Intima ausscheiden und mit einander zur Peritonealhaut verschmelzen." Die feinen Zweige entstehen „innerhalb spindelförmiger oder sternförmiger Zellen, indem ein Theil des Zellinhalts sich zur elastischen Röhre umwandelt." In ähnlicher Weise kommen nach den Angaben von Leydig die Tracheen und ihre Verzweigungen bei *Corethra plum.* zu Stande.[3]) An Raupen beobachtete derselbe Verfasser die Entstehung der feinen Tracheenverzweigungen auf die Weise, dass sich Gänge im Innern grosser Zellen bilden, die sich sodann mit einer Cuticula auskleiden, der

[1]) Ueber die Bildung der Flügel, Schuppen und Haare bei den Lepidopteren, Fig. 5, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1857.

[2]) Die nachembryonale Entwickelung der Musciden, l. c.

[3]) Anatomisches und Histologisches über die Larve von *Corethra plum.* Zeitschr. f. wiss. Zool. 1851.

späteren Intima der Trachee.[1]) Ebenfalls auf ganz ähnliche Weise entstehen die Chitinröhrchen der Drüsengänge im Innern grösserer Zellen, wie dies Leydig z. B. von den Anhangsdrüsen der Scheide bei Käfern beschreibt.[2])

Wie von der gewöhnlichen Art der Chitinbildung, so weicht die Bildung der Strahlen von *Nepa* auch von der eben geschilderten intracellulären Bildungsweise ab. Während bei dieser immer eine Zelle es ist, welche das Chitinrohr (meist innerhalb eines in der Zelle sich bildenden Lumens) entstehen lässt, treten bei *Nepa* zwei weit über das Maass der übrigen Zellenelemente des Epithels hinaus vergrösserte Zellen zur Bildung einer Doppelzelle zusammen, in welcher dann die Ausscheidung des Strahls vor sich geht. Während von den Kernen der die Bildung der Tracheenröhrchen und Drüsengänge bewirkenden Zellen keinerlei Veränderungen bei der Chitinbildung beschrieben werden, beobachteten wir bei *Nepa* die sonderbarsten Formveränderungen der betreffenden Zellkerne. Wir sahen, wie die Kerne der beiden zusammentretenden Zellen sich an einander legten, wobei eigenthümliche Bildungen in ihrem Innern auftraten. An den wieder aus einander getretenen Kernen bemerkten wir sodann pseudopodienartige Fortsätze, die alle gegen einen Punkt hin gerichtet waren, nämlich gegen die zwischen beiden Kernen gelegene Stelle, an welcher später die Chitinbildung stattfindet. Diese Formveränderung der Kerne ist jedenfalls als eine Oberflächenvergrösserung derselben anzusehen, durch welche die Contactfläche zwischen ihnen und dem Zellplasma vergrössert und eine etwaige Wechselwirkung zwischen beiden jedenfalls verstärkt wird. — Aus dem geschilderten Verhalten der Kerne, sowie daraus, dass die Fortsätze so lange erhalten bleiben, als die Chitinbildung dauert, scheint mit Sicherheit hervorzugehen, dass diese Vorgänge mit der Chitinbildung in Zusammenhang stehen, und dass also hier die Zellkerne einen directen und wesentlichen Einfluss auf die abscheidende Thätigkeit der Zelle ausüben. Das Zusammenlegen der Kerne und die dabei auftretenden eigenthümlichen Bildungen deutete ich als einen Vorgang, welcher vielleicht einen Austausch

[1]) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere. Bonn 1883.
[2]) Zur Anatomie der Insekten. Archiv für Anatomie und Physiologie, 1859.
[3]) Ueber die Bildung des Chorions bei einigen Wasserwanzen, Zool. Anz. 1884, Nr. 176.

von Substanz zwischen beiden Kernen vermittelt, und welcher die Kerne dadurch erst befähigt, in einem einheitlichen, zellenähnlichen Gebilde, wie es die Doppelzelle darstellt, zu funktioniren. Alle diese Vorgänge sind ziemlich verwickelter Natur, und ich erlaube mir deshalb, auf den obigen Abschnitt zu verweisen, in welchem dieselben eingehend geschildert sind.

Ich bemerkte schon in meiner vorläufigen Mittheilung: wenn ich die Entstehung der Strahlen als eine intracelluläre Chitinbildung bezeichne, so könne man mir vielleicht einwerfen, dass dieser Unterschied von der gewöhnlichen cuticularen Chitinbildung gar nicht vorhanden sei, weil ja zwei Zellen zusammenrücken und so gewissermaassen auf deren Grenze die Ausscheidung der chitinösen Substanz ebenfalls als eine (nur etwas modificirte) Art der Chitinbildung erfolge. Dem muss ich entgegnen, dass in Wirklichkeit bereits vor der Bildung der Strahlen die Verschmelzung der zwei Zellen eine vollkommene, und dass von einer Abgrenzung beider gegen einander keine Spur mehr vorhanden ist. Es kann also nicht mehr von zwei Zellen, sondern nur noch von einer Zelle mit zwei Kernen, oder von einer Doppelzelle, wie wir sie der Kürze halber bezeichneten, die Rede sein. Dazu kommt, dass die erste Anlage der Strahlen aus einer blasigen Modification des Zellplasmas besteht, die dann in eine poröse Beschaffenheit desselben übergeht, dass also die erste Anlage der Strahlen eine ganz andere Bildungsweise zeigt, als die gewöhnliche cuticulare Anlage des Chorions.

Eine Aehnlichkeit mit der ersten Anlage der Strahlen wäre vielleicht, wenn man dies aus Weismanns kurzer Angabe schliessen darf, in der Bildungsart der Tracheenverzweigungen zu finden, von denen Weismann sagt, dass sie in den Zellen entstehen, indem sich ein Theil des Zellinhalts zur Röhre der Trachee umwandelt. — Eine directe Umwandlung von Zellsubstanz in Chitin beschreibt auch Tullberg.[1]) Dieser Autor beobachtete, wie sich beim Hummer die unter der Chitinhaut liegenden cylindrischen Epithelzellen mit ihren oberen Enden in eine Menge chitinisirender Fasern umwandeln, welche nebst einer Zwischensubstanz durch ihre Verschmelzung wahrscheinlich den Panzer des Hummers liefern. Obwohl, wenn dem so ist (Tullberg konnte

[1]) Tycho Tullberg: „Studien über den Bau und das Wachsthum des Hummerpanzers und der Molluskenschalen", Stockholm 1882.

eine directe Verbindung zwischen den erwähnten Fasern und denen des Chitins nicht nachweisen), auch hier eine directe Umwandlung innerer Theile des Zellplasmas in Chitinsubstanz und nicht eine echte Cuticularisirung stattfindet, so zeigt dieser Vorgang dennoch ebenfalls grosse Verschiedenheit von dem oben von mir beschriebenen. Aus alledem geht hervor, dass die Entstehung der Eistrahlen von *Nepa* von der gewöhnlichen Bildung sowohl der Eischale, wie auch des Hautpanzers der Arthropoden abweicht und eine völlig eigenartige Form der Chitinbildung darstellt.

Höchst bemerkenswerth ist es, wie auf dem Wege der phylogenetischen Entwickelung durch die weitgehendste Anpassung an die äusseren Lebensbedingungen allmählich eine so complicirte Einrichtung zu Stande kommen konnte, wie wir sie in dem sinnreichen pneumatischen Apparat der Eier von *Nepa* und *Ranatra* bewundern. Und es erscheint uns dies um so interessanter, wenn wir sehen, wie besondere, höchst eigenartige Vorgänge und Abweichungen von der sonst üblichen Art der Gewebbildung erforderlich wurden, um diesen Apparat entstehen zu lassen.

Es sei mir zum Schluss noch gestattet, an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer, Herrn Geheimrath Leuckart in Leipzig, in dessen Institut ich im Sommer 1883 und im darauf folgenden Winter neben Anderem auch den grösseren Theil dieser Arbeit ausführte, nachträglich meinen verbindlichsten Dank für seine liebenswürdige und rege Antheilnahme an meinen Arbeiten auszusprechen.

Freiburg i. B. am 15. Juni 1885.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Zeichnungen wurden mit Hülfe des Zeichenapparates angefertigt. — Folgende Bezeichnungen gelten für alle Figuren:

Ep. = Epithel der Eikammer. Ch. = Chorion.
T. pr. = Tunica propria. Dh. = Dotterhaut.
Ph. = Peritonealhülle. D. = Dotter.
R. = Randzone des Dotters.

Taf. 1.

Fig. 1—7. **Decticus bicolor.**

Fig. 1—4. Längsschnitte von der Eikammerwandung. Fig. 1 aus der Gegend des Poles. Fig. 2 mehr von der Seitenfläche. An beiden sind die Fortsätze der Epithelzellen zu bemerken, welche die Leisten des Chorions bilden. Der Schnitt von Fig. 2 ist etwas schräg geführt, ebenso der von Fig. 3. In Fig. 4 tritt die Degeneration des Epithels ein. Gezeichnet nach einer Vergrösserung von 200.

Fig. 5. Einige Felder des in der Bildung begriffenen Chorions.

Fig. 6. Stück eines Längsschnitts durch das Chorion. 1, 2, 3 = Schichten der Chorions. M. = Mündung des Mikropylcanals nach aussen.

Fig. 7. Ein Stück des Chorions mit aufliegendem Epithel. K. = Kerne der Epithelzellen. L. = Leisten der Chorions. Oberhäuserscher Zeichenapparat und Seibert V.

Fig. 8. **Locusta viridiss.**

Fig. 8. Längsschnitt der Eikammerwandung. Epithelzellen mit Fortsätzen. Gez. nach Vergröss. v. 150.

Fig. 9 und 10. **Meconema var.**

Fig. 9 und 10. Schnitte der Eikammerwandung. S. = „Schleimschicht", o. = obere Lage mit den Leisten („körbchenartigen Bildungen"), u. = untere Lage des Chorions. Gez. n. 100fach. Vergr.

Fig. 11—14. **Oecanthus spec.**

Fig. 11. Zeichnung von der Oberfläche des Chorions.

Fig. 12. Ei von *Oecanthus*.

Fig. 13. Zapfen am oberen Pol des Chorions, dieselben werden nach oben hin immer grösser. Gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 14. Bildung der Zapfen zwischen den Epithelzellen. Gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 15—17. **Gomphocerus dorsatus.**

Fig. 15. Schnitt eines Stückes der Eikammerwandung. Anfang der Chorionbildung. Gez. nach 100fach. Vergr.

Fig. 16. Längsschnitt vom oberen Pol der Eikammer. Einige Zellen haben sich von der Tunica propria losgelöst und haften an dem ziemlich ausgebildeten Chorion fest. Gez. nach 100fach. Vergr.

Fig. 17. Ein sehr dicker Längsschnitt. Man bemerkt am oberen Pol eine kreisrunde Oeffnung in der Dotterhaut. Gez. nach 30fach. Vergr.

Fig. 18—20. **Ephemera spec.**

Gez. nach 450fach. Vergrösserung. Längsschnitte der Eikammerwandung.

Fig. 18. Die Dotterhaut ist noch nicht doppelt conturirt, sondern erscheint nur erst als heller Saum am Dotter.

Fig. 19 und 20. Die Dotterhaut ist deutlich doppelt conturirt; in Fig. 20 ist auch das Chorion schon vorhanden. Abplattung des Epithels.

Fig. 21. **Phryganea spec.**

Fig. 21. Theil eines Schnittes der Eikammerwand. Gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 22 und 23. **Sialis lutaria.**

Fig. 22 und 23. Schnitte durch die Eikammerwand. Abplattung des Epithels. Gez. nach 305fach. Vergr.

Fig. 24—27. **Hydrometra lacustris.**

Fig. 24. Längsschnitt. Epithel, dem schon ziemlich starken Chorion aufliegend.

Fig. 25 und 27. Tangential geführte Schnitte, 25 von einem jüngeren, 27 von einem älteren Eifach; in ersterem sind die Zellen lose an einander gefügt, in letzterem schliessen sie eng zusammen. Gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 26 entspricht dem Stadium von Fig. 27, nur sind die Zellen hier in Profillage sichtbar. Gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 28 und 29. **Notonecta glauca.**

Fig. 28. Querschnitte von jungen Eifächern. Bildung der Dotterhaut.

Fig. 29. Hier erscheint dieselbe bereits als doppelt conturirte Membran. Gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 30 und 31. **Pyrrhocoris apterus.**

Fig. 30. Längsschnitt und

Fig. 31. Querschnitt. Abplattung des Epithels. Gez. nach 150fach. Vergr.

Taf. 2.

Fig. 32 und 33. **Musca vomitoria.**

Fig. 32. Längsschnitt vom oberen Pol eines Eifaches. Fortsätze der Epithelzellen. Gez. nach 305fach. Vergr.

Fig. 33. Längsschnitt durch ein Ei- und Nährfach. Db. = Dotterbildungs- oder Nährzellen. Gez. nach 45fach. Vergr.

Fig. 34—38. **Vanessa urticae.**

Fig. 34. Längsschnitt. R. = Randzone des Dotters. Fig. 34 bis 36 gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 35. Schnitt durch den obersten Theil des Eifaches. E. = Eingeschnürter Theil der Eiröhre. A. = Anhänge des Chorions, die zwischen den Zellen entstehen.

Fig. 36. Chorion, Dotterhaut und der darunter liegende Theil des Eies im Längsschnitt. M. = Mikropylgegend. R. = Randzone des Dotters, nur durch ihre Contour angegeben.

Fig. 37. Ein Stück vom Chorion mit seinen Anhängen (A). Gez. nach 100fach. Vergr.

Fig. 38. Ein Theil der Wand eines Eifaches. Die langgestreckten Epithelzellen mit ihren Kernen (K). Nach dem Pol hin werden die Zellen kürzer und zeigen schliesslich die gewöhnliche Form der Epithelzellen, nur sind sie viel grösser, als es diese zu sein pflegen. Gez. nach 68fach. Vergr.

Fig. 39 A und 39 B. **Vanessa polychloros.**

Fig. 39 A. Ein Stück des Chorions. A. = Aufsätze. L. = Leisten des Chorions. Die Mikropylgegend auf dem nach vorn umgeschlagenen Theile des Chorions. Gez. nach 45fach. Vergr.

Fig. 39 B. Mikropylgegend. M. = Mikropylfeld mit den äusseren Oeffnungen der beiden Kanäle. Gez. nach 200fach. Vergr.

Fig. 40. **Aromia moschata.**

Fig. 40. Schnitt durch das Eifach. R. = Randschicht des Dotters. Gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 41 und 42. **Lycus aurora.**

Fig. 41. Tangentialer Schnitt, durch welchen von einem Theil des Chorions das Epithel abgehoben wurde. Gez. nach 305fach. Vergr.

Fig. 42. Querschnitt des Eifaches. Entstehung der hohen Chorionleisten zwischen den Epithelzellen. Gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 43—47. **Melolontha vulg.**

Fig. 43—47. Längsschnitte der Eikammerwandung. Entstehung der Dotterhaut. Fig. 46 und 47 Rückbildung des Epithels. K. = Degenerirende Kerne.

Fig. 43, 46 und 47 nach 150facher, Fig. 44 und 45 nach 100facher Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 48. **Dytiscus marginalis.**

Fig. 48. Querschnitt eines jüngeren Eifaches, dessen Epithel noch mehrschichtig ist.

Fig. 49. **Musca vomitoria.**

Fig. 49. Längsschnitt eines Ei- und Nährfaches (Nf.). Die Masse des Chorions liegt theils dem Epithel, theils der Oberfläche des Eies an.

Fig. 50—53. **Carabus nemoralis.**

Fig. 50—53. Längsschnitte der Eikammerwand.

Fig. 50 vor, Fig. 51 während der Bildung des Chorions. Fig. 51 nach 150fach., Fig. 52 nach 100fach. Vergr. gez.

Fig. 52 und 53. Schnitte durch den untersten Theil des Eifaches. E. = Eingeschnürte Stelle der Eiröhre. Gez. nach 100fach. Vergr.

Fig. 54. **Carabus auratus.**

Fig. 54. Abweichende Felderung des Chorions.

Fig. 55. **Bombus terrestris.**

Fig. 55. Längsschnitte des Eifaches. Das Chorion auf sehr früher Bildungsstufe. L. = Erhöhte Leisten oder Anhänge des Chorions. Gez. nach 305fach. Vergr.

Fig. 56, 57 und 58. **Bombus lapidarius.**

Fig. 56, 57 und 58. Längsschnitte. Das Chorion in etwas älteren Bildungsstufen, in Fig. 56 und 57 mit, in 58 ohne Leistenbildung. Fig. 56 und 58 nach 150fach. Fig. 57 nach 305fach. Vergr. gez.

Fig. 59. **Vespa germanica.**

Fig. 59. Längsschnitt der Eikammerwand. Erste Anlage des Chorions. Gez. nach 200fach. Vergr.

Fig. 60. **Pulex irritans.**

Fig. 60. Längsschnitt der Eikammerwand. Die Epithelzellen mit zapfenartigen Fortsätzen. Gez. nach 305fach. Vergr.

Fig. 61 A. Oberer Pol des Eies von **Nepa cinerea.**

Fig. 61 A. Die Strahlen sind nach den Seiten zurückgeschlagen. M. = Das Mikropylfeld mit den beiden Kanälen. Gez. nach 45fach. Vergr.

Die Figuren 61 A—97 beziehen sich auf

Nepa cinerea.

Es gelten für sie ausser den obigen noch folgende Bezeichnungen:

K. = Kerne der Doppelzellen. k. = Kerne der Epithelzellen.
Kk. = deren Kernkörper. St. = Strahlen.

Taf. 3.

Fig. 61 B. Das Ei von *Nepa cinerea* mit seinen sieben Strahlen.

Fig. 62. Der obere Theil eines Eistrahles. S. = Schwammig-poröse Masse im Innern des Strahles. C. = Cuticulaähnlicher, heller Saum am untern, P. = poröse, von feinen Kanälen durchsetzte Rinde am obersten Abschnitt des Strahles. Gez. nach 66fach. Vergr.

Fig. 63 und 64. Querschnitte des Eikammerepithels. An den Zellen feine Fortsätze, die zur Bildung der Porenkanäle des Chorions dienen. Das Epithel war vom Chorion abgehoben. Gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 65. Eiröhre von *Nepa*. En. = End- oder Keimfach. A. = Konische Aufsätze der Eifächer. 15-mal vergrössert.

Fig. 66. Theil eines etwas schräg geführten Schnittes durch den oberen Abschnitt eines jüngeren Eifaches. Die grossen Kerne (K) überwiegen die Kerne (k.) der Epithelzellen noch nicht bedeutend. Gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 67 und 68. Längsschnitte etwas älterer Eifächer in verschiedener Lage. Die grossen Kerne haben bereits mehr an Grösse zugenommen. Gez. nach 150 fach. Vergr.

Fig. 69. Längsschnitt des jetzt entstehenden Aufsatzes. Die „dendritischen Gebilde“ beginnen in den grossen Kernen (K) aufzutreten. Längsstreckung der Epithelzellen. Gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 70. Querschnitt durch die Basis eines jungen Aufsatzes. „Dendritische Gebilde“ in den Kernen (K) der grossen oder Doppelzellen. Gez. nach 150 fach. Vergr.

Fig. 71. Theil eines Längsschnittes vom Aufsatz. Erstes Auftreten der „dendritischen Gebilde“. Gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 72. Längsschnitt. Besondere Form der „dendritischen Gebilde“. Gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 73 und 74. Querschnitte. Die Doppelzellen stärker vergrössert. Verschiedene Form der „dendritischen Gebilde“. Gez. nach 305fach. Vergr.

Fig. 75. Querschnitt durch die Basis eines Aufsatzes. Rhizopodoide Form der wieder mehr von einander entfernt liegenden Kerne (K) der Doppelzellen. Gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 81. Querschnitte zweier die Strahlen bildender Doppelzellen. Gez. nach 150fach. Vergr.

Taf. 4.

Fig. 76 und 77. Querschnitte zweier Doppelzellen, in denen die Strahlenbildung ihren Anfang nimmt. Gez. nach 305fach. Vergr.

Fig. 78. Längsschnitt eines Aufsatzes. Beginn der Strahlenbildung in den Doppelzellen. Gez. mit 66fach. Vergr.

Fig. 79, 80 und 83. Theile von Längsschnitten durch den Aufsatz des Eifaches. Beginnende und fortschreitende Bildung der Strahlen. Fig. 80 stellt die Strahlenbildung ganz am Grunde des Aufsatzes dar, wo sich der Strahl mit dem Chorion verbinden wird. Fig. 79 und 83 nach 150fach., Fig. 80 nach 100fach. Vergr. gez.

Fig. 82. Theil eines schrägen Schnittes vom Grunde des Aufsatzes. Strahlenbildung in der Doppelzelle. Gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 85. Längsschnitt des Aufsatzes. Der Strahl ist schon weit in der Bildung vorgeschritten. Gez. nach 66fach. Vergr.

Fig. 87 und 88. Doppelzellen mit den Strahlen im Innern, die in Fig. 87 weiter in der Bildung fortgeschritten sind als in Fig. 86. (Längsschnitte.) Gez. nach 66fach. Vergr.

Fig. 92. Eikammerepithel von *Nepa* mit je zwei Kernen in einer Zelle. (Tangentialschnitt.) Gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 93. Querschnitt vom Grunde eines älteren Aufsatzes. Die Strahlen liegen in Zellengewebe eingebettet. Deg. = Degenerirende Zellen. Gez. nach 150fach. Vergr.

Taf. 5.

Fig. 84. Querschnitt eines Aufsatzes. In den sieben Doppelzellen (Dz.) die Querschnitte der sich bildenden Strahlen. Z. = Dunkler gefärbte Plasmazone im Umkreis der Strahlen. Gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 86. Der Aufsatz des Eifaches aus dem Canadabalsampräparat einer ganzen Eiröhre gezeichnet nach 30fach. Vergr.

Fig. 89. Epithel von der Peripherie am Grunde des Aufsatzes. Gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 90 und 91. Ziemlich tangentiale Schnitte vom Grunde des Aufsatzes. Zellvermehrung. Fig. 90 nach 150fach., Fig. 91 nach 100fach. Vergr. gez.

Fig. 94. Theil eines Längsschnittes durch den Aufsatz. Gez. nach 45fach. Vergr.

Fig. 95. Schnitt durch die Spitze des Aufsatzes. Dz. = Doppelzellen. Gez. nach 150fach. Vergr.

Fig. 96. Schräger Schnitt durch den Gipfel des Aufsatzes. Z. = Dunkler gefärbte Plasmazone im Umkreis der Strahlen. Gez. nach 100fach. Vergr.

Fig. 97. Theil eines Längsschnittes. Deg. = Degeneration des Zellgewebes in der Mitte des Aufsatzes, welche dem Austreten der Eier vorangeht. Gez. nach 66fach. Vergr.

Fig. 98—103. **Sphinx ligustri.**

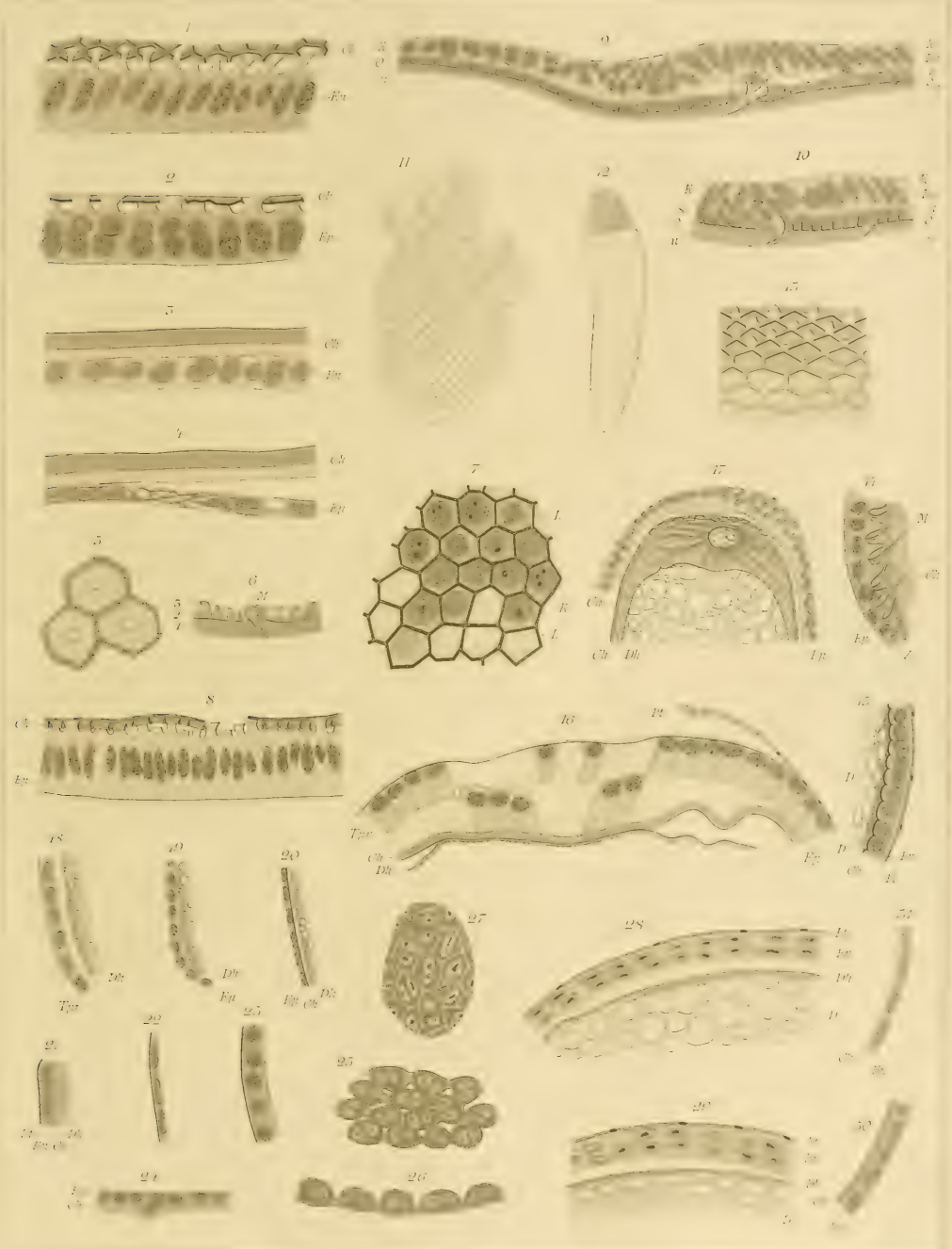
Fig. 98. Mittelster Längsschnitt vom oberen Pol eines Eifaches. Nf. = Reste des Nährfaches. G. = Kleinzelliges Gewebe, welches die Einschnürungsstellen der Eiröhre bildet.

Fig. 99. Mittelster Längsschnitt vom unteren Pol des nächstjüngeren Eifaches derselben Eiröhre.

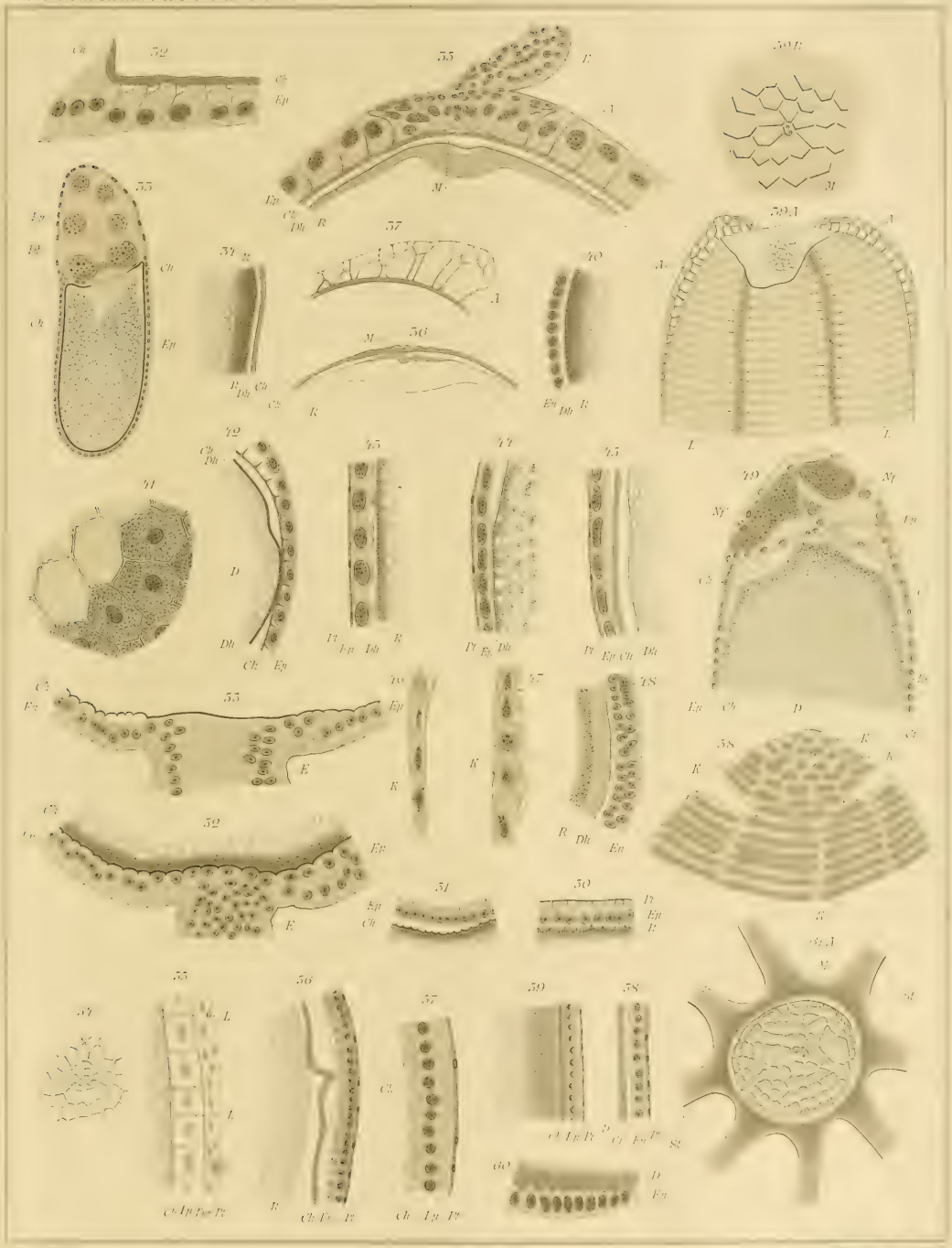
Fig. 100 und 101. Mittelste Längsschnitte vom oberen Pol zweier Eifächer. In Fig. 100 ist das Chorion eben erst als dünnes Häutchen angelegt, in Fig. 101 ist es bereits ausgebildet. M. = Mikropylkanäle. P. = Porenkanäle des Chorions. Die Figuren 98—101 sind nach 150fach. Vergr. gezeichnet.

Fig. 102. Die unmittelbar unter den Mikropylen gelegene Stelle von der Oberfläche des Eies. Die mit M. bezeichneten dunklen Punkte entsprechen vielleicht den Endigungen der Mikropylkanäle nach innen.

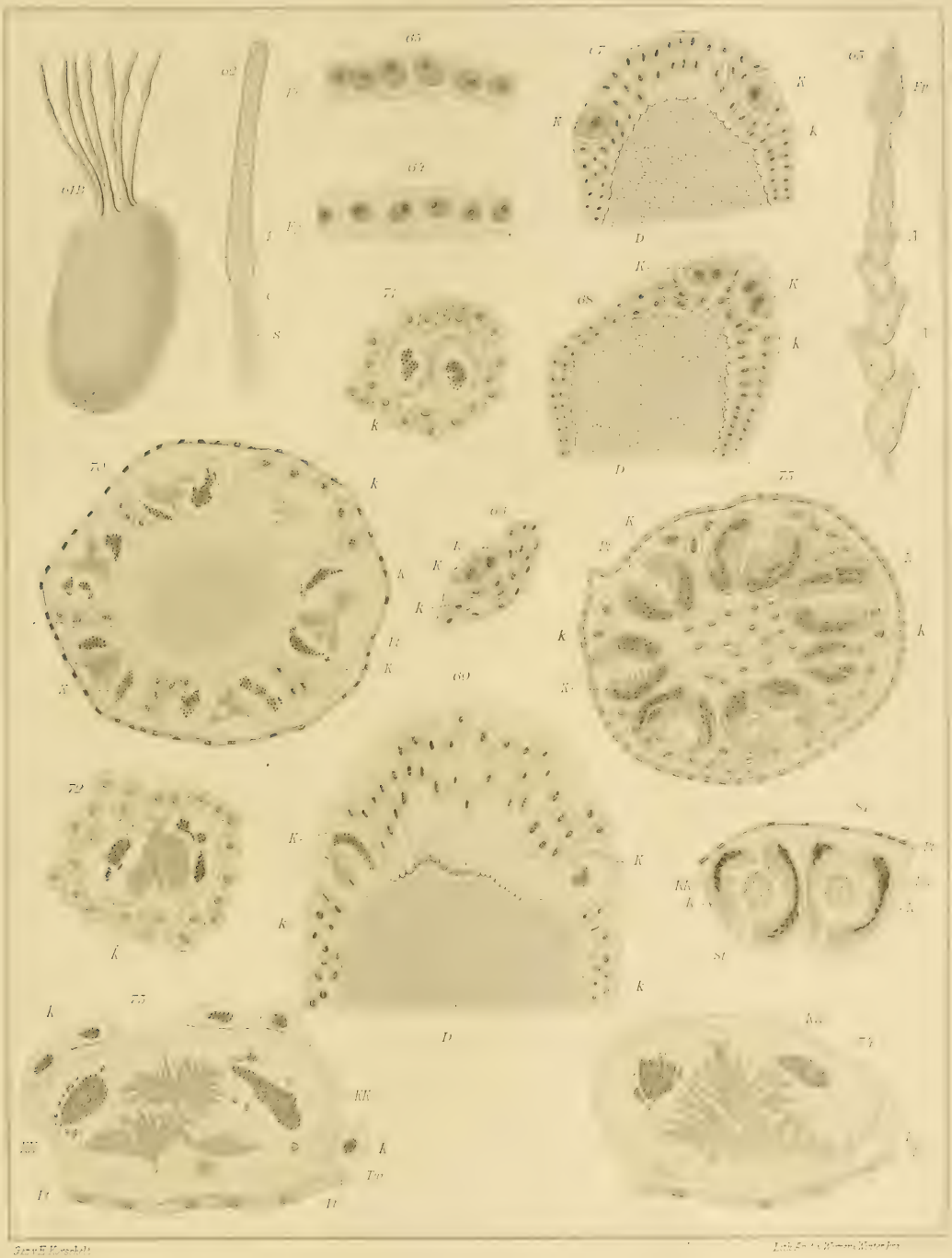
Fig. 103. Mikropylgegend. M. = Die Endungen der Mikropylkanäle.



E. KORSCHELT: Eihüllen, Mikropylen u. Chorionanhänge der Insekten. Taf. I.

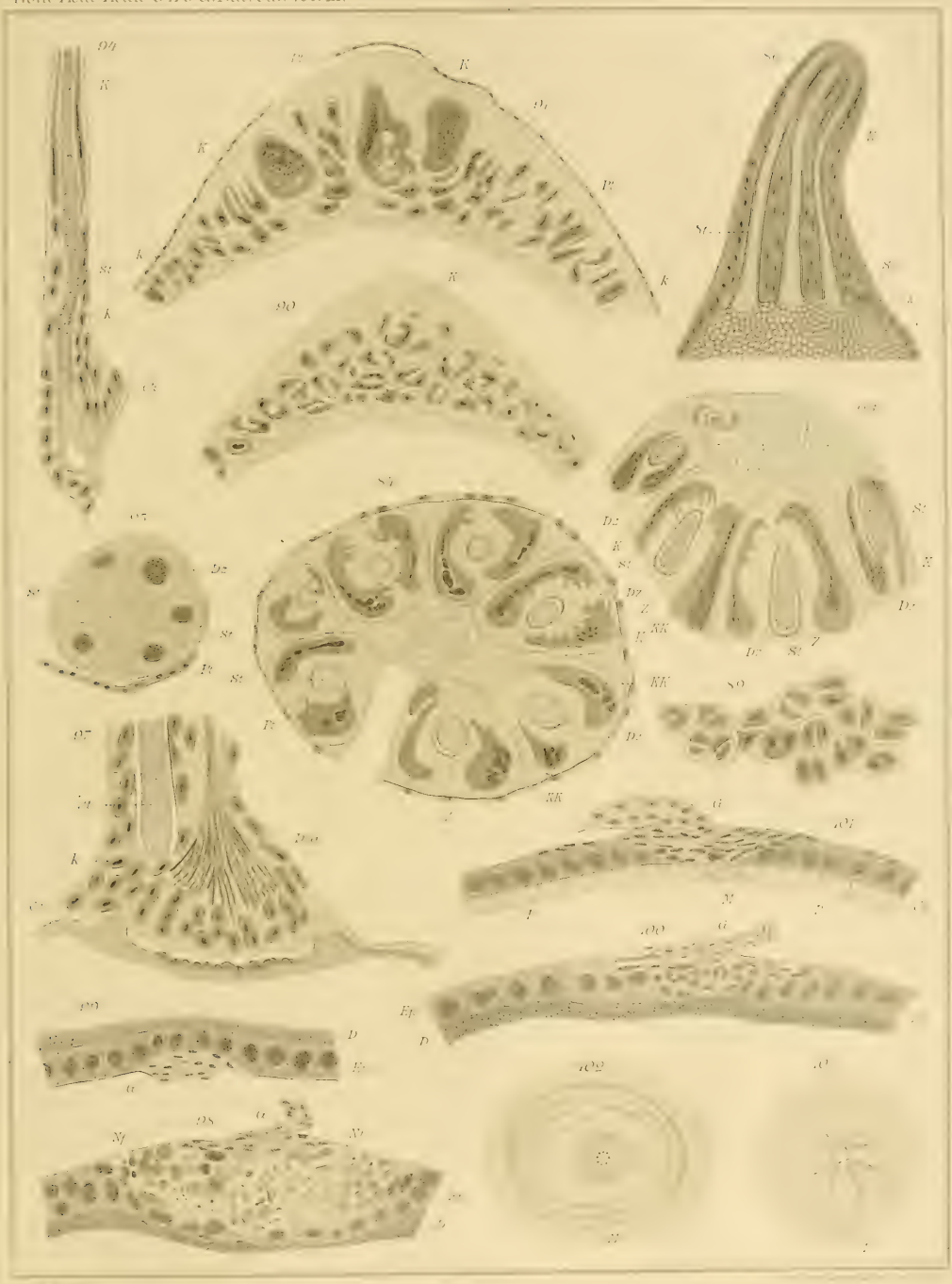


E. KORSCHELT: Eihüllen, Mikropylen u. Chorionanhänge der Insekten Taf. 2.



E. KORSCHELT: Eihüllen, Mikropylen u. Chorionanhänge der Insekten. Taf. 5.

E. KORSCHELT: Eihüllen, Mikropylen u. Chorionanhänge der Insekten. Taf. I.



E. KORSCHELT: Eihüllen, Mikropylen u. Chorionanhänge der Insekten. Taf. 5

NOVA ACTA
der Ksl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher
Band LI. Nr. 4.

Untersuchung

der

stationären elektrischen Strömung in einer unendlichen Ebene für den Fall, dass die Zuleitung der beiden verschiedenen Elektricitäten in zwei parallelen geradlinigen Strecken erfolgt.

Von

F. Bennecke.

Mit 5 Tafeln Nr. XL—XLIV.

Eingegangen bei der Akademie den 7. April 1886

HALLE.
1887.
Druck von E. Blochmann & Sohn in Dresden.
Für die Akademie in Commission bei Wilh. Engelmann in Leipzig

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit einem Problem, das einige nicht uninteressante Anwendungen der elliptischen Functionen gestattet und eine Reihe bemerkenswerther Specialisirungen zulässt. Es sind darin viele einfache und wichtige Fälle stationärer elektrischer Strömung, die bereits früher untersucht sind, als specielle Fälle oder als Grenzfälle enthalten.

Im Folgenden sollen die beiden Strecken, in denen die Zuleitung der verschiedenen Elektricitäten erfolgt, überall kurzweg als „Elektroden" bezeichnet werden. Die drei ersten der beigegebenen Tafeln sind dazu bestimmt, eine Uebersicht über die behandelten speciellen Fälle darzubieten. Die einem Theil der Elektroden angefügten Pfeilspitzen sollen ihre unendliche Erstreckung in dieser Richtung andeuten. Der Abstand der Geraden, in denen die Elektroden liegen, werde durchgehend mit E bezeichnet. Ueberall, wo nicht ausdrücklich etwas Anderes bemerkt ist, wird von den Bezeichnungen Gebrauch gemacht werden:

$$w = u + vi,\quad z = x + yi,\quad \zeta = \xi + \eta i,\quad c = a + bi.$$

In entsprechender Weise sollen die deutschen, die grossen und die mit Indices versehenen Buchstaben benutzt werden.

Endlich sei bemerkt, dass für die Anwendung der elliptischen Functionen die von Herrn Professor Schwarz herausgegebenen „Formeln und Lehrsätze zum Gebrauche der elliptischen Functionen“ zu Grunde gelegt sind.

I. Theil.

Allgemeine Untersuchungen.

Da nach einem von den Herren Kirchhoff und C. Neumann bewiesenen Satze bei der conformen Abbildung zweier Flächen auf einander ein Strömungsnetz in der einen Fläche stets ein Strömungsnetz in der andern ergiebt, so lässt sich das Problem: „Die stationäre elektrische Strömung in einer unendlichen Ebene zu untersuchen für den Fall, dass die Elektroden von zwei parallelen geradlinigen Strecken gebildet werden", auf die Aufgabe zurückführen, die unendliche Ebene auf eine Fläche abzubilden, in der die Strömung bekannt ist. Nun stellt die Ebene, wenn man sie sich an den Elektroden aufgeschnitten denkt, einen zweifach zusammenhängenden Bereich dar. Wir wollen versuchen, sie auf den einfachsten unter diesen, nämlich das von zwei concentrischen Kreisen begrenzte Ringgebiet so abzubilden, dass die Begrenzungen beider Bereiche einander entsprechen. Dies Gebiet lässt sich wieder durch die Function $w = \ln\zeta$ auf einen einfachen ∞ langen Parallelstreifen abbilden in der Art, dass dem einfachen Ringgebiete ∞ viele Wiederholungen in dem Streifen entsprechen. Fig. 1—3.

Es mögen die Elektroden in der z-Ebene parallel sein der y-Axe; die mit kleinerer Abscisse möge dem inneren Kreise entsprechen. Die Kreise der ζ-Ebene mögen die vorläufig unbestimmten Radien R und $\frac{1}{R}$ haben, ihr Mittelpunkt liege im Nullpunkte. Allen concentrischen Kreisen der ζ-Ebene entsprechen in der w-Ebene Parallele zur v-Axe, da $u = \ln r$, wenn $\zeta = re^{\varphi i}$. Den begrenzenden Kreisen entsprechen die Geraden durch die Punkte $\ln R$ und $-\ln R$. Dem Punkte $\zeta = 1$ entsprechen die Punkte $w = 2k\pi i$. Wir wollen uns mit der Betrachtung des Blattes begnügen, für das $k = 0$ ist und das durch die Gerade zwischen $\zeta = -R$ und $\zeta = -\frac{1}{R}$ doppelt begrenzt wird. Dann

entspricht dem inneren Kreise der ζ-Ebene oder der Elektrode mit kleinerer Abscisse in der z-Ebene die Gerade zwischen den Punkten $w = -\ln R \pm \pi i$, dem betrachteten Blatte entspricht das Rechteck mit den vier Eckpunkten $w = \pm \ln R \pm \pi i$. Es ist jetzt nach der Annahme die ganze z-Ebene einfach auf das betrachtete Blatt des Kreisringes, dieses wieder einfach auf das Rechteck abgebildet, so dass also auch die einfache z-Ebene dem einfachen Rechteck entspricht. Den concentrischen Kreisen der ζ-Ebene und den Parallelen zur Axe des Imaginären in der w-Ebene entsprechen jetzt die Spannungscurven, den die Kreise rechtwinklig schneidenden Geraden der ζ-Ebene und den Parallelen zur Axe des Reellen in der w-Ebene die Strömungscurven.

Dem Punkte $z = \infty$ möge entsprechen $\zeta = \zeta' = r' e^{\varphi' i}$ und $w = w'$. Setzt man dann $\varphi_1 = \varphi - \varphi'$, $\zeta_1 = r e^{\varphi_1 i}$, $w_1 = \ln r + \varphi_1 i$, so wird für $\varphi = \varphi'$ oder $\varphi_1 = 0$: $\zeta_1 = r$, $w_1 = \ln r$, d. h. man kann ohne Beschränkung der Allgemeinheit annehmen, dass bei der conformen Abbildung dem Werthe $z = \infty$ reelle Werthe von ζ und w entsprechen. Nun kann man den Satz*) anwenden:

„Wenn bei der conformen Abbildung zweier ebenen Bereiche auf einander eine geradlinige Strecke des einen einer solchen des andern entspricht, so entsprechen die zu diesen Strecken symmetrisch liegenden Punktepaare der einen solchen der andern Ebene."

Fig. 4, 5. In unserm Falle entspricht die Elektrode mit kleinerer Abscisse der Rechtecksseite mit kleinerer Abscisse. Zu jedem Punkte w erhält man durch fortgesetzte Spiegelung in Bezug auf beide Rechtecksseiten ∞ viele Punkte in zwei Schaaren, von denen die eine durch den Ausdruck dargestellt ist: $w + 4k \ln R$. Diesen entsprechen in der z-Ebene die Punkte $z + 2kE$. Also entsprechen sich in den drei Ebenen die Punkte, die im folgenden Schema auf gleicher Horizontalreihe stehen:

w	ζ	z
$w + 2h\pi i$	$e^{w + 2h\pi i} = \zeta$	z
$w + 4k \ln R$	$e^{w + 4k \ln R} = \zeta \cdot R^{4k}$	$z + 2kE$
$w + 2h\pi i + 4k \ln R$	$\zeta \cdot R^{4k}$	$z + 2kE$

*) Vergl. H. A. Schwarz, über einige Abbildungsaufgaben. Crelle's Journal, Bd. 70.

Folglich ist z eine einfach periodische Function von w, ihre Ableitung nach w eine doppelt periodische. Man kann also $\frac{dz}{dw}$ als elliptische Function von w betrachten mit den Perioden

$$2\omega_3 = 2\pi i \text{ und } 2\omega_1 = 4\ln R,$$

und das Rechteck mit den Ecken $-\frac{\omega_1}{2} \pm \omega_3$ und $\frac{3\omega_1}{2} \pm \omega_3$ als Periodenparallelogramm.

Ferner nehmen wir an, es sei $w' = u'$ derjenige Punkt des betrachteten Bereichs der w-Ebene, welchem der ∞ ferne Punkt der z-Ebene entspricht. Durch einfache Spiegelung in der w-Ebene finden wir einen Werth $w'' = u'' = \omega_1 - u'$, durch entsprechende Spiegelung in der z-Ebene kommen wir zum ∞ fernen Punkte zurück. Da das halbe Periodenparallelogramm und die z-Ebene sich gegenseitig punktweise eindeutig entsprechen, so muss z für die Stellen $w = w'$ und $w = w''$ und für keine andern im Innern des ganzen Periodenparallelogramms ∞ gross werden, und zwar für jede von der ersten Ordnung. $\frac{dz}{dw}$ wird also an diesen Stellen ∞ gross von der zweiten Ordnung und hat daher die Form:

$$\frac{dz}{dw} = C\frac{\sigma(w-w_1)\sigma(w-w_2)\sigma(w-w_3)\sigma(w-w_4)}{\sigma^2(w-w')\sigma^2(w-w'')} = \frac{C\,.\,f(w)}{\sigma^2(w-w')\sigma^2(w-w'')}.$$

Dabei ist $$w_1 + w_2 + w_3 + w_4 = 2w' + 2w'' = 2\omega_1.$$

Dies wollen wir zum Zwecke der Integration umformen.*) Es wird

$$\frac{dz}{dw} = C_0 + C_1\frac{\sigma'(w-w')}{\sigma(w-w')} + C_2\frac{\sigma'(w-w'')}{\sigma(w-w'')} - C_1'\frac{d}{dw}\frac{\sigma'(w-w')}{\sigma(w-w')} - C_2'\frac{d}{dw}\frac{\sigma'(w-w'')}{\sigma(w-w'')},$$

wo $C_1 + C_2 = 0$ ist. Ausserdem erhält man noch für die Constanten, wenn man beide Ausdrücke einmal nach Potenzen von $w - w'$, dann von $w - w''$ entwickelt und die Coëfficienten vergleicht, folgende Werthe:

$$C_1 = -\frac{C\,f(w')}{\sigma^2(w'-w'')}\left\{\frac{f'(w')}{f(w')} - 2\frac{\sigma'(w'-w'')}{\sigma(w'-w'')}\right\}, \qquad C_1' = -\frac{C\,f(w')}{\sigma^2(w'-w'')},$$

$$C_2 = -\frac{C\,f(w'')}{\sigma^2(w'-w'')}\left\{\frac{f'(w'')}{f(w'')} + 2\frac{\sigma'(w'-w'')}{\sigma(w'-w'')}\right\} = -C_1, \; C_2' = -\frac{C\,f(w'')}{\sigma^2(w'-w'')},$$

die später noch benutzt werden sollen. Durch Integration findet man:

$$z = C_0' + C_0 w + C_1\ln\sigma(w-w') - C_1\ln\sigma(w-w'') - C_1'\frac{\sigma'(w-w')}{\sigma(w-w')} - C_2'\frac{\sigma'(w-w'')}{\sigma(w-w'')}.$$

*) Form. u. Lehrs., Art. 16.

Wenn durch diese Function das Rechteck wirklich zusammenhängend und in eindeutiger Weise auf die z-Ebene abgebildet werden soll, so muss $C_1 = 0$ sein, so dass zwischen den Null- und Unendlichkeitsstellen folgende Gleichungen bestehen:

$$\alpha) \quad \frac{f'(w')}{f(w')} = 2\frac{\sigma'(w'-w'')}{\sigma(w'-w'')} = -\frac{f'(w'')}{f(w'')}.$$

Also wird:

$$z = C_0' + C_0 w - C_1' \frac{\sigma'(w-w')}{\sigma(w-w')} - C_2' \frac{\sigma'(w-w'')}{\sigma(w-w'')}.$$

Es soll nun z die Eigenschaft haben, dass

1) $z(w+2\omega_3) = z(w)$,
2) $z(w+2\omega_1) = z(w)+2E$,
3) $\Re\left[z\left(\pm\frac{\omega_1}{2}+vi\right)\right] = \text{const.}$

Daraus folgt:

1) $0 = C_0 \cdot 2\omega_3 - (C_1'+C_2') \cdot 2\eta_3$,
2) $2E = C_0 \cdot 2\omega_1 - (C_1'+C_2') \cdot 2\eta_1$.

Da die Determinante $\eta_1\omega_3 - \omega_1\eta_3 = \frac{\pi i}{2} = \frac{\omega_3}{2}$ von 0 verschieden ist, so folgt aus 1) und 2):

$$C_0 = -2E\frac{\eta_3}{\omega_3}, \quad C_1'+C_2' = -2E.$$

Setzt man C_0 und C_2' in z ein, so erhält man:*)

$$\Re\left[z\left(\pm\frac{\omega_1}{2}+vi\right)\right] = \text{const.} + (E+A_1')\frac{\wp'\left(u'\mp\frac{\omega_1}{2}\right)}{\wp\left(u'\mp\frac{\omega_1}{2}\right)-\wp vi}.$$

Da allgemein $-\frac{\omega_1}{2} \leqq u' \leqq \frac{\omega_1}{2}$, so folgt aus 3), dass entweder, je nach den oben geltenden Vorzeichen, $u' = \mp\frac{\omega_1}{2}$, oder $E+A_1' = 0$ sein muss. Nun kann u' nicht gleichzeitig jene beiden Werthe annehmen, also ergiebt sich: $A_1' = -E$, und

$$z = (E+B_1'i)\frac{\sigma'(w+u'-\omega_1)}{\sigma(w+u'-\omega_1)} + (E-B_1'i)\frac{\sigma'(w-u')}{\sigma(w-u')} - 2E\frac{\eta_3}{\omega_3}w + C_0',$$

$$\frac{dz}{dw} = -(E+B_1'i)\wp(w+u'-\omega_1) - (E-B_1'i)\wp(w-u') - 2E\frac{\eta_3}{\omega_3}.$$

Der für z gefundene Ausdruck enthält sechs reelle Constanten, nämlich

$$u', \omega_1, E, B_1', A_0', B_0', \text{ (da } C_0' = A_0'+B_0'i),$$

die in der That verfügbar sein müssen, da die Lage jeder Elektrode in der

*) Form. u. Lehrs., Art. 8 und 11.

z-Ebene durch drei Constanten bestimmt wird. Dabei entspricht E der Entfernung der beiden Geraden, in denen die Elektroden liegen, von einander, C_0' der Lage des Coordinatenanfangspunktes.

$\frac{dz}{dw}$ ist eine elliptische Function vierten Grades, die also an vier Stellen und nur an vier Stellen des Periodenparallelogramms verschwindet. Wir wollen diese w_1', w_2', w_3', w_4' nennen und ihre Lage untersuchen. Setzt man $w = \pm\frac{\omega_1}{2} + vi$, so wird $\frac{dz}{dw}$, wie die Anwendung der Additionstheoreme (7.) und (9.) in Art. 12 der „Form. u. Lehrs." ergiebt, reell. Wir wissen, dass die vier Unendlichkeitsstellen im Allgemeinen nicht auf den beiden Strecken $w = \pm\frac{\omega_1}{2} + vi$ liegen. Da $\frac{dz}{dw}$ auf diesen stetig ist, so können wir die Nullstellen auf ihnen abgrenzen, wenn wir je drei auf einander folgende Werthe finden, für die $\frac{dz}{dw}$ verschiedenes Vorzeichen hat.

Es wird, wenn $\varepsilon = \pm 1$, für:

$$w = \varepsilon\frac{\omega_1}{2}, \qquad \frac{dz}{dw} = -2E\left\{\wp\left(u' - \varepsilon\frac{\omega_1}{2}\right) + \frac{\eta_3}{\omega_3}\right\},$$

$$w = \varepsilon\frac{\omega_1}{2} \pm \omega_3, \quad \frac{dz}{dw} = -2E\left\{\wp\left(u' - \varepsilon\frac{\omega_1}{2} + \omega_3\right) + \frac{\eta_3}{\omega_3}\right\}.$$

Es lässt sich nun zeigen, dass die Ausdrücke in den Klammern verschiedene Vorzeichen haben. Dazu diene folgender

Hülfssatz: Für reelle Werthe von ω_1 und $\frac{\omega_3}{i}$ ist

$$\wp\left(\omega_1 + \frac{\omega_3}{2}\right) < -\frac{\eta_3}{\omega_3} < \frac{e_1 + e_2}{2}.$$

Beweis: Es ist

$$-\eta_3 = \int_{\omega_1}^{\frac{\omega_3}{2}} \wp w\,dw = \int_0^{\frac{\omega_3}{2}} \wp(\omega_1 + w)\,dw + \int_0^{\frac{\omega_3}{2}} \wp(\omega_2 - w)\,dw$$

und

$$-\frac{\eta_3}{\omega_3} = \int_0^{\frac{\omega_3}{2}} f(w)\,dw : \int_0^{\frac{\omega_3}{2}} dw,$$

wo gesetzt ist:

$$f(w) = \frac{1}{2}\left\{\wp(\omega_1 + w) + \wp(\omega_2 \pm w)\right\} = \frac{1}{2}\left\{\wp(\omega_1 + w) + e_3 + \frac{(e_1 - e_3)(e_2 - e_3)}{\wp(\omega_1 + w) - e_3}\right\}.$$

Es stellt also $-\frac{\eta_3}{\omega_3}$ das arithmetische Mittel der Werthe dar, die $f(w)$ auf der Strecke von $w = 0$ bis $w = \frac{\omega_3}{2}$ annimmt. Nun ist

$$f'(w) = \frac{i}{2} \cdot \left\{1 - \frac{(e_1 - e_3)(e_2 - e_3)}{[\wp(\omega_1 + w) - e_3]^2}\right\} \cdot \frac{\wp'(\omega_1 + w)}{i}.$$

Die beiden letzten Factoren sind reell, und in Folge der Gleichung:

$$\wp\left(\omega_1 + \frac{\omega_3}{2}\right) = e_3 + \sqrt{(e_1 - e_3)(e_2 - e_3)}$$

wird auf jener Strecke keiner von ihnen negativ und nur an den Grenzen verschwindet je einer. Daher ist $\frac{f'(w)}{i} \gtrless 0$, also nach dem Mittelwerthsatze:

$$f\left(\frac{\omega_1}{2}\right) < -\frac{\eta_3}{\omega_3} < f(0),$$

woraus der oben ausgesprochene Satz folgt. —

Anmerkung: Ein einfacher geometrischer Beweis ist mir von Herrn Professor Schwarz mitgetheilt worden. Durch die Function $\wp w$ wird das Rechteck mit den Ecken $\pm\omega_3$ und $\omega_1 \pm \omega_3$ auf eine volle Ebene abgebildet, wobei der Geraden durch $\frac{\omega_3}{2}$ und $\omega_1 + \frac{\omega_3}{2}$ ein Kreis um e_3 entspricht. Da die Punkte $\omega_1 + vi$ und $\omega_2 - vi$ in Bezug auf die Gerade symmetrisch liegen, so liegen die Punkte e_1 und e_2, und allgemein $\wp(\omega_1 + vi)$ und $\wp(\omega_2 - vi)$ symmetrisch in Bezug auf den Kreis. Nun folgt nach bekannten Sätzen, dass die Mitte der beiden letzteren, die oben durch $f(w)$ bezeichnet ist, zwischen der Kreislinie und der Mitte von e_1 und e_2, d. h. zwischen $\wp\left(\omega_1 + \frac{\omega_3}{2}\right)$ und $\frac{e_1 + e_2}{2}$ liegt. Da $-\frac{\eta_3}{\omega_3}$ ein Mittelwerth der Grössen $f(w)$ ist, so gilt von dem diese Grösse darstellenden Punkte dasselbe. — Aehnlich ergiebt sich: $\frac{e_2 + e_3}{2} < -\frac{\eta_1}{\omega_1} < \wp\left(\omega_3 + \frac{\omega_1}{2}\right)$. —

Fig. 4. Nun liegt im Allgemeinen $u' - \varepsilon\frac{\omega_1}{2}$ auf der Strecke zwischen 0 und $-\varepsilon\omega_1$, $u' - \varepsilon\frac{\omega_1}{2} + \omega_3$ zwischen ω_3 und $-\varepsilon\omega_1 + \omega_3$, und da $\wp w$ auf dem Rande des Rechtecks mit den Ecken 0, $-\varepsilon\omega_1$, $-\varepsilon\omega_1 + \omega_3$, ω_3 alle reellen Werthe von $+\infty$ bis $-\infty$ einmal annimmt, so folgt:

$$\wp\left(u' - \varepsilon\frac{\omega_1}{2} + \omega_3\right) < e_2 < \wp\left(\omega_1 + \frac{\omega_3}{2}\right) < -\frac{\eta_3}{\omega_3} < \frac{e_1 + e_2}{2} < e_1 < \wp\left(u' - \varepsilon\frac{\omega_1}{2}\right).$$

Daraus geht hervor:

„Wenn $E > 0$ ist, so hat $\frac{dz}{dw}$ an den Stellen $w = \varepsilon\frac{\omega_1}{2}$ und $w = \varepsilon\frac{\omega_1}{2} \pm \omega_3$ verschiedenes Vorzeichen, oder die vier Nullstellen liegen auf den vier Strecken $w = \varepsilon\frac{\omega_1}{2} \ldots \varepsilon\frac{\omega_1}{2} \pm \omega_3$“.

Wenn $E = 0$ ist, so wird $\frac{dz}{dw}$ an den sechs Stellen $w = \varepsilon\frac{\omega_1}{2}$ und $w = \varepsilon\frac{\omega_1}{2} \pm \omega_3$, von denen nur vier zu dem Periodenparallelogramm zu rechnen sind, von der ersten Ordnung ∞ klein. Wir wollen setzen:

$$w_1' = -\frac{\omega_1}{2} + v_1 i, \quad w_3' = \frac{\omega_1}{2} + v_3 i,$$

$$w_2' = -\frac{\omega_1}{2} + v_2 i, \quad w_4' = \frac{\omega_1}{2} + v_4 i,$$

$$-\pi < v_2 < 0 < v_1 < \pi, \quad -\pi < v_4 \leq 0 < v_3 < \pi.$$

Wenn ein v_k den Grenzwerth erreicht, so müssen alle den Grenzwerth erreichen, weil dann $E = 0$ sein muss. Die Werthe $w_1', \ldots w_4'$ entsprechen den vier Elektrodenenden der z-Ebene.

Für $w = \varepsilon \frac{\omega_1}{2}$ ist $\frac{dz}{dw} < 0$, wenn $E > 0$ ist (s. p. 9). Folglich muss, wenn der die Grösse w darstellende Punkt den geraden Weg von w_2 nach w_1 beschreibt, der die Grösse z darstellende Punkt die entsprechende Elektrode in umgekehrter Richtung durchlaufen, so dass die Punkte z_1, z_3 die kleinere, z_2, z_4 die grössere Ordinate haben. Fig. 6.

Wenn $E = 0$ ist, so entspricht die Strecke w_1, w_4 einer Strömungslinie, die durch den Punkt $z = \infty$ hindurchgeht, also dem äusseren Theil der Symmetrieaxe. Folglich müssen die Elektrodenenden in der Reihenfolge z_1, z_2, z_3, z_4 Fig. 18. angeordnet sein.

Es bestand die Gleichung (s. p. 7):

$$\sum_{k=1}^{4} w_k = 2w' + 2w'' = 2\omega_1.$$

Nun können wir setzen:

$$w_k = w_k' \ (k = 1, 2, 3), \quad w_4 = w_4' + 2p\omega_1 + 2q\omega_3. \qquad \text{Fig. 4.}$$

Durch Einsetzen finden wir:

$$(v_1 + v_2 + v_3 + v_4) i + 2p\omega_1 + 2q\omega_3 = 2\omega_1.$$

Man erhält durch Vergleichung der reellen Bestandtheile: $p = 1$, und mit Rücksicht auf die für die Grössen v_k bestehenden Ungleichungen: $q = 0$, d. h. $w_4 = w_4' + 2\omega_1$, und

$$1) \quad \sum_{k=1}^{4} w_k' = (v_1 + v_2 + v_3 + v_4) i = 0.$$

Für $E = 0$ ist die Gleichung nach unserer früheren Bestimmung ebenfalls erfüllt. Der Punkt $w = -\frac{\omega_1}{2} + \omega_3$ ist vom Periodenparallelogramm auszuschliessen und dafür der Punkt $w = -\frac{\omega_1}{2} - \omega_3$ einzurechnen.

Setzt man in die Gleichungen α) (p. 8) die Werthe von w′ und w″ ein, so werden sie:

$$2)\quad \sum_{k=1}^{4} \frac{\sigma'(u'-w_k)}{\sigma(u'-w_k)} = 2\frac{\sigma'(2u'-\omega_1)}{\sigma(2u'-\omega_1)} = \sum_{k=1}^{4} \frac{\sigma'(u'-\omega_1+w_k)}{\sigma(u'-\omega_1+w_k)}.$$

Da nun $z_k = z(w_k')$, so kann man die Gleichung aufstellen (vergl. den Ausdruck für z, p. 8), wenn man $k = 1, \ldots 4$ setzt:

$$\Sigma z_k = (E + B_1'i)\,\Sigma \frac{\sigma'(u'-\omega_1+w_k')}{\sigma(u'-\omega_1+w_k')} - (E - B_1'i)\,\Sigma \frac{\sigma'(u'-w_k')}{\sigma(u'-w_k')} - 2\frac{\eta_3}{\omega_3} E\,\Sigma w_k' + 4C_0',$$

oder durch Einführung von w_k mit Berücksichtigung der Gleichungen 1), 2) oben:

$$\Sigma z_k = (E + B_1'i)\left\{2\frac{\sigma'(2u'-\omega_1)}{\sigma(2u'-\omega_1)} - 2\eta_1\right\} - (E - B_1'i)\left\{2\frac{\sigma'(2u'-\omega_1)}{\sigma(2u'-\omega_1)} + 2\eta_1\right\} + 4C_0'$$

oder

$$\tfrac{1}{4}\Sigma z_k = -E\eta_1 + B_1'i\frac{\sigma'(2u'-\omega_1)}{\sigma(2u'-\omega_1)} + C_0'.$$

Fig. 6. Wird jetzt $Z = z - \frac{1}{4}\Sigma z_k$ gesetzt, so fällt der Nullpunkt der Z-Ebene mit dem Schwerpunkte der vier Elektrodenenden zusammen. Also haben wir:

$$Z = E\left\{\frac{\sigma'(w+u'-\omega_1)}{\sigma(w+u'-\omega_1)} + \frac{\sigma'(w-u')}{\sigma(w-u')} - 2\frac{\eta_3}{\omega_3}w + \eta_1\right\} +$$
$$+ B_1'i\left\{\frac{\sigma'(w+u'-\omega_1)}{\sigma(w+u'-\omega_1)} - \frac{\sigma'(w-u')}{\sigma(w-u')} - \frac{\sigma'(2u'-\omega_1)}{\sigma(2u'-\omega_1)}\right\}.$$

Diese Wahl des Coordinatenanfangspunktes empfiehlt sich für alle Fälle, in denen die Elektroden ganz im Endlichen liegen, und für einen Theil der übrigen Fälle. In der Z-Ebene sind jetzt, ausser dem Abstande E, noch die Längen der Elektroden und der Winkel α, den die Verbindungslinie ihrer Mitten mit der Axe des Reellen einschliesst, willkürlich, entsprechend den drei in der Gleichung $Z = F(w)$ verfügbaren reellen Constanten:

$$u',\ \omega_1,\ B_1'.$$

Es lässt sich nun behaupten, „dass das halbe Periodenparallelogramm der w-Ebene und die ganze Z-Ebene sich eindeutig entsprechen.“

Fig. 7, S. Beweis: Da $Z = F(w)$ eine eindeutige Function von w ist, so entspricht jedem Punkte der w-Ebene ein und nur ein Punkt der Z-Ebene. Dass umgekehrt zu jedem Werthe $Z = Z_0$, der nicht auf den Elektroden liegt, ein und nur ein Punkt des halben Periodenparallelogramms gehört, folgt aus der Betrachtung der Charakteristik. Lassen wir den die Grösse w dar-

stellenden Punkt die Begrenzung des Rechtecks durchlaufen, so beschreibt der die Grösse Z darstellende einen geschlossenen Weg, indem er die beiden Elektroden und eine sie verbindende ganz im Endlichen liegende Curve überall zwei Mal in entgegengesetzter Richtung durchläuft.

Er überschreitet daher einen beliebigen von Z_0 aus ins Unendliche gezogenen Strahl von beiden Seiten gleich oft, so lange Z_0 nicht auf dem Wege selbst liegt. Es ist also die Charakteristik jedes nicht auf diesem Wege liegenden Punktes Z_0 gleich 0, mit andern Worten, es wird der Werth Z_0 innerhalb des betrachteten Rechtecks genau ebenso oft angenommen, als die Function F(w) innerhalb desselben ∞ gross wird. Die Function F(w) wird aber nur an einer einzigen Stelle, und zwar von der ersten Ordnung ∞ gross, also wird auch der Werth Z_0 an einer und nur an einer Stelle des Gebietes erreicht. —

Um das Verhalten der Spannungs- und Strömungscurven in der Nähe des Unendlichkeitspunktes zu untersuchen, setzen wir $w = u' + \zeta'$. Dann ergiebt sich durch Entwicklung der Function F(w) nach Potenzen von ζ' für die Umgebung des Punktes $\zeta' = 0$:

$$Z = \frac{E - B_1' i}{\zeta'} + E\left\{\frac{\sigma'(2u' - \omega_1)}{\sigma(2u' - \omega_1)} - 2\frac{\eta_3}{\omega_3}u' + \eta_1\right\} + (\zeta').$$

Das entspricht näherungsweise einer conformen Abbildung der Umgebung des Punktes $w = u'$ durch reciproke Radien. Die Spannungs- und Strömungscurven in der Nähe des Unendlichkeitspunktes haben näherungsweise die Gestalt von Kreisbogen, und zwar gehen die zugehörigen Kreise sämmtlich durch den auf der Axe des Reellen liegenden Punkt:

$$Z = E\left\{\frac{\sigma'(2u' - \omega_1)}{\sigma(2u' - \omega_1)} - 2\frac{\eta_3}{\omega_3}u' + \eta_1\right\} = A.$$

Die Kreise der einen Schaar einerseits und die der andern Schaar andererseits besitzen je eine durch den Punkt hindurchgehende gemeinsame Tangente. Die Gleichungen dieser beiden Tangenten sind beziehentlich:

$$X - A = -\frac{EY}{B_1'} \text{ (für die Strömungscurven)},$$

$$X - A = \frac{B_1' Y}{E} \text{ (für die Spannungscurven)}.$$

Bei der Ausführung von Zeichnungen leisten diese auf einander senkrechten Geraden werthvolle Dienste.

Die Gleichung $Z = F(w)$ ist unter der Voraussetzung hergeleitet, dass die conforme Abbildung der ganzen Z-Ebene auf das Rechteck der w-Ebene möglich ist. Dass eine solche Abbildung für jede Wahl der Elektrodenenden möglich ist, ergiebt sich aus den Untersuchungen der Herren Schwarz*) und Schottky.**) Es schien mir jedoch nicht überflüssig zu sein, in einigen speciellen Fällen direct den Beweis zu führen, dass sich die in der hergeleiteten Function auftretenden Constanten so bestimmen lassen, dass allen gestellten Bedingungen genügt wird. —

Im Folgenden sollen einige specielle Fälle und Grenzfälle der in Vorstehendem allgemein gelösten Aufgabe behandelt werden, und zwar in der Weise, dass wir für die Figur in der Z-Ebene specielle geometrische Eigenschaften vorschreiben und daraus die abbildende Function herzustellen suchen.

*) Ueber die Integration der partiellen Differentialgleichung $\Delta u = 0$ u. s. w. Monatsber. d. Berl. Akad. Okt. 1870, a. a. O.

**) Ueber die conforme Abbildung mehrfach zusammenhängender ebener Flächen. Crelles Journal, Bd. 83.

II. Theil.

Specielle Fälle.

I. „Voraussetzung einer Symmetrieaxe. E sei von 0 verschieden." — Fig. 9.

Wenn die Figur der Z-Ebene in Bezug auf die Axe des Reellen zu sich selbst symmetrisch ist, ohne dass beide Elektroden derselben Geraden angehören, so ist zu vermuthen, dass auf dieser Axe zwei Strömungslinien liegen, von denen die eine sich ins Unendliche erstreckt, also in der w-Ebene der Axe des Reellen entspricht. Wenn dies der Fall ist, so müssen je zwei conjugirten Werthen der complexen Grösse w zwei conjugirte Werthe der complexen Grösse Z entsprechen und umgekehrt. Für die Punkte w_k' und Z_k gilt dasselbe. Es muss also sein:

$$v_1 + v_2 = 0, \quad v_3 + v_4 = 0.$$

Für $w = u$ muss ferner $Y = 0$ sein. Da in dem Ausdrucke für Z beide Klammerausdrücke für reelle Werthe von w reell werden, so muss für jeden Werth von u:

$$Y = B_1' \left\{ \frac{\sigma'(u+u'-\omega_1)}{\sigma(u+u'-\omega_1)} - \frac{\sigma'(u-u')}{\sigma(u-u')} - \frac{\sigma'(2u'-\omega_1)}{\sigma(2u'-\omega_1)} \right\} = 0,$$

Y also von u unabhängig sein, d. h. es ist auch:

$$\frac{\partial Y}{\partial u} = B_1' \left\{ \wp(u-u') - \wp(u+u'-\omega_1) \right\} = 0.$$

1) Wäre $\wp(u+u'-\omega_1) = \wp(u-u')$, dann müsste $u'-\omega_1-(-u') = 2u'-\omega_1$ eine Periode des Arguments der Function $\wp u$ sein, wenn die Gleichung für jeden Werth von u gelten soll. Hieraus folgt, dass u' nur die Werthe $\pm \frac{\omega_1}{2}$ haben könnte. Da für keinen dieser Werthe, falls $B_1' \gtrless 0$, Y den Werth 0 erhält, so muss:

2) $B_1' = 0$ sein. Dadurch wird:

$$Z = E\left\{\frac{\sigma'(w+u'-\omega_1)}{\sigma(w+u'-\omega_1)} + \frac{\sigma'(w-u')}{\sigma(w-u')} - 2\frac{\eta_3}{\omega_3}w + \eta_1\right\}.$$

Da reellen Werthen des Arguments reelle Werthe der Function entsprechen, so entsprechen conjugirten Werthen des Arguments conjugirte Werthe der Function und umgekehrt. Dasselbe gilt für die Ableitung, woraus die symmetrische Lage der Elektrodenenden zur X-Axe folgt.

Für $w = u + \omega_3$ wird Z reell, d. h. der Strecke $w = u + \omega_3$ entspricht der zwischen den Elektroden liegende Theil der X-Axe. Einem Punkte dieser Strecke entspricht der Punkt $Z = 0$. —

Fig. 10.

II. „Die Elektroden seien gleich lang." —

Dann ist $Z_1 + Z_4 = 0$, $Z_2 + Z_3 = 0$. Da bei Vertauschung von Z mit $-Z$ jede der beiden Elektroden in die andere übergeführt wird, so ist zu vermuthen, dass es möglich sein wird, über die in der Function auftretenden Constanten eine solche Verfügung zu treffen, dass allgemein einer Vertauschung von w mit $-w$ eine solche von Z mit $-Z$ entspricht. Hierbei muss $Z(0)$ entweder 0 oder ∞ sein. Nach den früheren Festsetzungen ist nur die letztere Annahme zulässig, d. h. es ist $u' = 0$, also

$$Z = (E + B_1'i)\left\{\frac{\sigma'(w-\omega_1)}{\sigma(w-\omega_1)} + \eta_1\right\} + (E - B_1'i)\frac{\sigma' w}{\sigma w} - 2E\frac{\eta_3}{\omega_3}w.$$

Die Grösse Z ist eine ungerade, also $\frac{dZ}{dw}$ eine gerade Function von w. Durch die Untersuchung der Abbildung, welche durch die vorstehende Function vermittelt wird, kann die ausgesprochene Vermuthung bestätigt werden.

Für $w = \omega_3$ wird $Z = 0$. Ferner wird für kleine Werthe von w:

$$Z = \frac{E - B_1'i}{w} + (w),$$

(vergl. p. 13), und die geradlinigen Asymptoten der durch $Z = \infty$ gehenden Curven werden durch die Gleichungen dargestellt:

$$B_1'X = -EY \quad \text{(Strömungscurve)},$$
$$EX = B_1'Y \quad \text{(Spannungscurve)}.$$

Sie schneiden sich also im Punkte $Z = 0$. —

III. „Die Elektroden seien gleich lang und senkrecht zur Verbindungslinie ihrer Mitten." — Fig. 11. 61.

Dieser Fall ist ein specieller der beiden vorhergehenden Fälle, daher wird $B_1' = 0$ und $u' = 0$. Also ist

$$Z = E\left\{\frac{\sigma'(w-\omega_1)}{\sigma(w-\omega_1)} + \frac{\sigma' w}{\sigma w} - 2\frac{\eta_3}{\omega_3} w + \eta_1\right\},$$
$$\frac{dZ}{dw} = -E\left\{\wp(w-\omega_1) + \wp w + 2\frac{\eta_3}{\omega_3}\right\}.$$

Rein imaginären Werthen von w entsprechen rein imaginäre von Z. Daher muss Z schon um E wachsen, wenn w um ω_1 vermehrt wird, weil in beiden Ebenen ein neues Paar sich entsprechender Geraden auftritt. In der That ist $\frac{dZ}{dw}$ eine elliptische Function mit den Perioden ω_1, $2\omega_3$. Daraus geht hervor, dass dieser Fall sich durch Einführung der halben reellen Periode einfacher behandeln lässt.

Wir setzen $\omega_1 = 2\overline{\omega_1}$. Dann wird Z im Periodenparallelogramm nur an der Stelle $w = 0$ von der ersten, $\frac{dZ}{dw}$ von der zweiten Ordnung ∞ gross, und es wird nach Art. 16 der „Form. u. Lehrs.":

$$\frac{dZ}{dw} = C_0 - C_1' \frac{d}{dw}\frac{\sigma' w}{\sigma w} = C_0 + C_1' \wp w = C\frac{\sigma(w-w_1)\,\sigma(w-w_2)}{\sigma^2 w}.$$

Es wird $C_1' = C\sigma w_1\,\sigma w_2$, $w_1 + w_2 = 0$ und $Z = C_0' + C_0 w - C_1'\frac{\sigma' w}{\sigma w}$.

Jetzt werde wieder ω_1 an Stelle von $\overline{\omega_1}$ gesetzt. Z soll die Eigenschaft haben, dass

1) $Z(w + 2\omega_3) = Z(w)$,
2) $Z(w + 2\omega_1) = Z(w) + E$,
3) $\Re\left[Z\left(\pm\frac{\omega_1}{2} + vi\right)\right] = \text{const.}$

Aus 1) und 2) folgt (vergl. 1) 2) p. 8):

$$C_0 = -E\frac{\eta_3}{\omega_3},\ C_1' = -E,\ \text{also}\ Z = E\left\{\frac{\sigma' w}{\sigma w} - \frac{\eta_3}{\omega_3} w\right\} + C_0'.$$

Die dritte Bedingung ist von selbst erfüllt, wie durch Einsetzen leicht zu sehen ist.

Durch Verlegung des Nullpunktes der Z-Ebene in den Schwerpunkt der Elektrodenenden ergiebt sich $C_0' = 0$, also

$$Z = E\left\{\frac{\sigma' w}{\sigma w} - \frac{\eta_3}{\omega_3} w\right\},$$
$$\frac{dZ}{dw} = -E\left\{\wp w + \frac{\eta_3}{\omega_3}\right\}.$$

Die Figur der Z-Ebene ist, abgesehen von E, nur noch von einer willkürlichen Constanten abhängig, entsprechend der Länge der Elektroden. Ebenso ist in der obigen Function noch eine Constante verfügbar, ω_1.

Es lässt sich nun behaupten:

„Für jede beliebige Länge der Elektroden existirt ein und nur ein Werth ω_1, für den die gefundene Function die Abbildung vermittelt."

Beweis: Setzen wir $Z_1 = -\frac{E}{2} - I_1 i = F(w_1)$, so wird $F'(w_1) = 0$. Es ist jetzt zu beweisen, dass w_1 sich aus der Gleichung $F'(w_1) = 0$ durch geeignete Wahl von ω_1 stets so bestimmen lässt, dass $\Re[iF(w_1)] = I_1$ jeden beliebig vorgeschriebenen positiven Werth annimmt, oder dass die beiden Unbekannten ω_1 und w_1 durch das Gleichungssystem eindeutig bestimmt sind:

$$1)\quad \wp w_1 + \frac{\eta_3}{\omega_3} = 0,$$
$$2)\quad E\left\{\frac{\sigma' w_1}{\sigma w_1} - \frac{\eta_3}{\omega_3} w_1\right\} = -\frac{E}{2} - I_1 i.$$

Es wird, wenn $\varepsilon = \pm 1$ ist, für

$$w = \varepsilon\omega_1 + \frac{\omega_3}{2},\quad \frac{dZ}{dw} = -E\left\{\wp\left(\omega_1 + \frac{\omega_3}{2}\right) + \frac{\eta_3}{\omega_3}\right\},$$
$$w = \varepsilon\omega_1,\qquad \frac{dZ}{dw} = -E\left\{e_1 + \frac{\eta_3}{\omega_3}\right\}.$$

Da $E > 0$, so hat nach dem p. 9, 10 bewiesenen Satze die Ableitung an jenen Stellen verschiedenes Vorzeichen, und da sie auf den vier zwischen ihnen liegenden Strecken endlich, stetig und reell ist, so muss sie auf jeder eine Nullstelle haben. Von diesen sind nur zwei, die wir w_1, w_2 nennen, zum Periodenparallelogramm zu rechnen. Dann ist $w_1 + w_2 = 0$. Wir setzen fest:

$$w_1 = -\omega_1 + v_1 i,\ w_2 = \omega_1 - v_1 i,\ \left(0 < v_1 < \frac{\pi}{2}\right).$$

Da $\frac{dZ}{dw}$ für $w = \varepsilon\omega_1$ negativ wird, so erreicht Y, als Function von v betrachtet, für $v = v_1$ ein Minimum. Also ist $I_1 > 0$.

Wir wollen jetzt die Werthe von v_1 und I_1 untersuchen für sehr kleine und sehr grosse Werthe von ω_1.

A) Es sei $\lim \omega_1 = 0$.

Mit einem gewissen Grade der Annäherung können hier die Formeln in Art. 10 der „Form. u. Lehrs." angewendet werden, so dass die Gleichungen 1) und 2) in folgende übergehen:

$$1)\quad \left(\frac{\pi}{2\omega_1}\right)^2 \cdot \frac{1}{\sin^2 \frac{w_1 \pi}{2\omega_1}} - \frac{1}{2\omega_1} = 0,$$

$$2)\quad \mathrm{E}\left\{\frac{\pi}{2\omega_1} \operatorname{cotg} \frac{w_1 \pi}{2\omega_1} + \frac{w_1}{2\omega_1}\right\} = -\frac{\mathrm{E}}{2} - I_1 \mathrm{i},$$

oder, da $\frac{w_1 \pi}{2\omega_1} = \frac{v_1 \pi \mathrm{i}}{2\omega_1} - \frac{\pi}{2}$:

$$1)\quad \cos^2 \frac{v_1 \pi \mathrm{i}}{2\omega_1} = \frac{\pi^2}{2\omega_1},$$

$$2)\quad I_1 \mathrm{i} = \mathrm{E}\left\{\frac{\pi}{2\omega_1} \operatorname{tg} \frac{v_1 \pi \mathrm{i}}{2\omega_1} - \frac{v_1 \mathrm{i}}{2\omega_1}\right\}.$$

Aus 1) folgt

$$e^{\frac{v_1 \pi}{2\omega_1}} + e^{-\frac{v_1 \pi}{2\omega_1}} = 2\sqrt{\frac{\pi^2}{2\omega_1}},$$

$$e^{\frac{v_1 \pi}{2\omega_1}} = \sqrt{\frac{\pi^2}{2\omega_1}} \pm \sqrt{\frac{\pi^2}{2\omega_1} - 1} = \sqrt{\frac{\pi^2}{2\omega_1}}\left\{1 \pm \left(1 - \frac{\omega_1}{\pi^2} + \ldots\right)\right\}.$$

Damit die linke Seite unendlich gross werde, muss der zweiten Quadratwurzel ihr positiver Werth beigelegt werden. Also wird

$$\lim v_1 = \frac{\omega_1}{\pi} \ln \frac{2\pi^2}{\omega_1} = 0.$$

Da ferner $\lim \operatorname{tg} \frac{v_1 \pi \mathrm{i}}{2\omega_1} = \mathrm{i}$, so folgt aus 2):

$$\lim I_1 = \frac{\mathrm{E}}{2\omega_1}(\pi - v_1) = +\infty.$$

B) Es sei $\lim \omega_1 = \infty$.

Hier wird $e_1 - e_2$ unendlich klein, und die Betrachtung der durch die Function $\wp w$ vermittelten Abbildung (vergl. p. 10, Anm.) ergiebt, dass $\frac{e_1 + e_2}{2} - \wp\left(\omega_1 + \frac{\omega_3}{2}\right)$ eine unendlich kleine Grösse von höherer Ordnung wird. Da aber $\wp(\omega_1 + v_1 \mathrm{i}) = -\frac{\eta_3}{\omega_3}$ zwischen den letzteren Grössen liegt, so folgt:

$$\lim v_1 \mathrm{i} = \frac{\omega_3}{2}.$$

Ferner erhält man mit Rücksicht auf die Gleichung $\lim \operatorname{cotg} \frac{w_1}{2i} = -i$:

$$2) \quad \frac{E}{2i} \operatorname{cotg} \frac{w_1}{2i} = -\frac{E}{2} - \Gamma_1 i = -\frac{E}{2},$$

also

$$\lim \Gamma_1 = 0.$$

Damit ist bewiesen, dass Γ_1 in die Werthe $+\infty$ bez. 0 stetig übergeht, wenn ω_1 in die Werthe 0 bez. $+\infty$ stetig übergeführt wird.

Dass Γ_1, als Function von ω_1 betrachtet, für keinen endlichen Werth von ω_1 unendlich gross werden kann, folgt aus der Gleichung 2) p. 18, denn $-\frac{\eta_3}{\omega_3}$ liegt zwischen den stets endlichen Werthen e_1 und e_2, und da w_1 auf der Strecke $-\omega_1 \ldots -\omega_1+\omega_3$ liegt, so kann auch $\frac{\sigma' w_1}{\sigma w_1}$ nicht ∞ werden.

Wenn es gelingt, nachzuweisen, dass Γ_1 als Function von ω_1 betrachtet für alle positiven Werthe von ω_1 in Bezug auf ω_1 differentiirbar, also stetig ist, so gehört sicher zu jedem Werthe von Γ_1 mindestens ein Werth von ω_1; wenn diese Ableitung stets dasselbe (negative) Vorzeichen besitzt, so gehört zu jedem Werthe von Γ_1 ein und nur ein Werth von ω_1. Wir wollen daher versuchen, die Grösse $\frac{\partial \Gamma_1}{\partial \omega_1}$ zu bilden.

Wenn man in 2) (p. 18) Γ_1 nach ω_1 differentiirt, so hat man zu berücksichtigen, dass $\frac{\sigma' w_1}{\sigma w_1}$ in doppelter Weise von ω_1 abhängt, da Periode und Argument von ω_1 abhängen. Es wird

$$\frac{\partial \Gamma_1}{\partial \omega_1} = \mathrm{Ei}\left\{\frac{\partial}{\partial \omega_1}\frac{\sigma' w_1}{\sigma w_1} - w_1 \frac{\partial}{\partial \omega_1}\frac{\eta_3}{\omega_3} - \frac{\eta_3}{\omega_3}\frac{\partial w_1}{\partial \omega_1}\right\},$$

$$\frac{\partial \Gamma_1}{\partial \omega_1} = \mathrm{Ei}\left\{-\wp w_1 \frac{\partial w_1}{\partial \omega_1} + \frac{\partial}{\partial \omega_1}\frac{\sigma' w}{\sigma w}_{(w=w_1)} - w_1 \frac{\partial}{\partial \omega_1}\frac{\eta_3}{\omega_3} - \frac{\eta_3}{\omega_3}\frac{\partial w_1}{\partial \omega_1}\right\},$$

woraus nach 1) (p. 18):

$$\frac{\partial \Gamma_1}{\partial \omega_1} = \mathrm{Ei}\left\{\frac{\partial}{\partial \omega_1}\frac{\sigma' w}{\sigma w}_{(w=w_1)} - w_1 \frac{\partial}{\partial \omega_1}\frac{\eta_3}{\omega_3}\right\}.$$

Die Differentiationen lassen sich mit Hülfe der ϑ-Functionen ausführen. Alle Functionen $\vartheta(V|\tau)$ mit ihren Ableitungen genügen der partiellen Differentialgleichung

$$\alpha) \quad \frac{\partial \vartheta}{\partial \tau} = \frac{1}{4\pi i}\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial V^2},$$

aus der wir eine andere für $\frac{\vartheta'}{\vartheta}$ herleiten können. Es ist

$$\frac{\partial}{\partial\tau}\frac{\vartheta'}{\vartheta} = \frac{\vartheta\frac{\partial\vartheta'}{\partial\tau} - \vartheta'\frac{\partial\vartheta}{\partial\tau}}{\vartheta^2} = \frac{\vartheta\vartheta''' - \vartheta'\vartheta''}{4\pi i\,\vartheta^2},$$

$$\frac{\partial}{\partial V}\frac{\vartheta'}{\vartheta} = \frac{\vartheta\vartheta'' - \vartheta'^2}{\vartheta^2},$$

$$\frac{\partial^2}{\partial V^2}\frac{\vartheta'}{\vartheta} = \frac{\vartheta\vartheta''' - \vartheta'\vartheta''}{\vartheta^2} - 2\frac{\vartheta'}{\vartheta}\cdot\frac{\vartheta\vartheta'' - \vartheta'^2}{\vartheta^2}.$$

Daraus folgt allgemein:

$$\beta)\quad \frac{\partial}{\partial\tau}\frac{\vartheta'}{\vartheta} = \frac{1}{4\pi i}\left\{2\frac{\vartheta'}{\vartheta}\cdot\frac{\partial}{\partial V}\frac{\vartheta'}{\vartheta} + \frac{\partial^2}{\partial V^2}\frac{\vartheta'}{\vartheta}\right\}.$$

Hier wird in Folge der Gleichungen:

$$\omega_3 = \pi i,\ \tau = \frac{\omega_3}{\omega_1},\ \frac{\partial\omega_1}{\partial\tau} = -\frac{\omega_1^2}{\omega_3},\ \wp w_1 = -\frac{\eta_3}{\omega_3} = \frac{1}{2\omega_1} - \frac{\eta_1}{\omega_1},$$

wenn man nach ausgeführter Differentiation $V = \frac{w_1}{2\omega_1}$ setzt:

1) $$\frac{\vartheta_1'(V|\tau)}{\vartheta_1(V|\tau)} = 2\omega_1\frac{\sigma' 2\omega_1 V}{\sigma 2\omega_1 V} - 4\eta_1\omega_1 V = 2\omega_1\frac{\sigma' w_1}{\sigma w_1} - 2\eta_1 w_1,$$

2) $$\frac{\partial}{\partial V}\frac{\vartheta_1'(V|\tau)}{\vartheta_1(V|\tau)} = -4\omega_1^2\wp 2\omega_1 V - 4\eta_1\omega_1 = -2\omega_1,$$

3) $$\frac{\partial^2}{\partial V^2}\frac{\vartheta_1'(V|\tau)}{\vartheta_1(V|\tau)} = -8\omega_1^3\wp' 2\omega_1 V = -8\omega_1^3\wp' w_1,$$

4) $$\frac{\partial}{\partial\tau}\frac{\vartheta_1'(V|\tau)}{\vartheta_1(V|\tau)} = -\left\{2\omega_1\frac{\partial}{\partial\omega_1}\frac{\sigma' w}{\sigma w}_{(w=w_1)} + 2\frac{\sigma' w_1}{\sigma w_1} - 2w_1\wp w_1 - \frac{2w_1}{\omega_1}\left(2\eta_1 + \omega_1^2\frac{\partial}{\partial\omega_1}\frac{\eta_1}{\omega_1}\right)\right\}\frac{\omega_1^2}{\omega_3}.$$

Dies in die Gleichung $\beta)$ eingeführt giebt nach Division mit $-\frac{2\omega_1^3}{\omega_3}$:

$$-\frac{w_1}{2\omega_1^2} - \frac{\eta_1}{\omega_1^2}w_1 + \frac{1}{\omega_1}\frac{\sigma' w_1}{\sigma w_1} + \frac{\partial}{\partial\omega_1}\frac{\sigma' w}{\sigma w}_{(w=w_1)} - w_1\frac{\partial}{\partial\omega_1}\frac{\eta_1}{\omega_1} = \frac{1}{\omega_1}\frac{\sigma' w_1}{\sigma w_1} - \frac{\eta_1}{\omega_1^2}w_1 + \wp' w_1,$$

und da $\frac{w_1}{2\omega_1^2} + w_1\frac{\partial}{\partial\omega_1}\frac{\eta_1}{\omega_1} = w_1\frac{\partial}{\partial\omega_1}\frac{\eta_3}{\omega_3}$, so folgt durch Einsetzen:

$$\frac{\partial\Gamma_1}{\partial\omega_1} = Ei\,\wp' w_1,\quad (0 < \omega_1 < \infty).$$

Diese Ableitung kann für keinen Werth von ω_1 unendlich gross werden, da w_1 auf der Strecke zwischen $-\omega_1$ und $-\omega_1+\omega_3$ liegt. Wir wollen ihr Vorzeichen untersuchen, das sicher nirgends wechseln kann, weil $\wp' w_1$ nur für $w_1 = -\omega_1$ oder $w_1 = -\omega_1+\omega_3$ verschwinden kann.

Aus $F(w) = E\left\{\frac{\sigma' w}{\sigma w} - \frac{\eta_3}{\omega_3}w\right\}$ folgt $F''(w) = -E\wp' w$, und da $F'(w_1) = 0$, so wird $F(w_1+\varepsilon i) = F(w_1) + \frac{\varepsilon^2}{2}E\wp' w_1 + (\varepsilon^3)$. Für kleine reelle Werthe von ε ist der Zuwachs von $F(w_1)$ positiv imaginär, weil Y für $\varepsilon = 0$ ein Minimum erreicht (vergl. p. 11, oben). Daher muss

$$\wp' w_1 = \wp'(-\omega_1 + v_1 i) = -\tfrac{1}{2}\,\frac{\wp''\omega_1\,\wp' v_1 i}{(\wp v_1 i - e_1)^2}$$

ebenfalls positiv imaginär sein, was auch durch Untersuchung der einzelnen Glieder des letzten Ausdrucks sich leicht ergiebt. Folglich ist

$$\frac{\partial J_1}{\partial \omega_1} < 0, \quad (0 < \omega_1 < \infty).$$

Es ist also J_1 eine stetige, endliche, eindeutige Function von ω_1 für alle Werthe $0 < \omega_1 < \infty$, und ihre Ableitung ist überall negativ. Da für

$$\omega_1 = 0,\ J_1 = +\infty \text{ und für } \omega_1 = \infty,\ J_1 = 0$$

wird, so nimmt J_1 jeden positiven Werth einmal an, oder:

„In dem Falle III. (p. 17) ist es für jede gegebene Länge der Elektroden möglich, ω_1 so zu bestimmen, dass durch die aufgestellte Function das ganze Periodenparallelogramm der w-Ebene auf die ganze Z-Ebene in der vorgeschriebenen Weise abgebildet wird.“ —

IV. „Eine Elektrode erstrecke sich ins Unendliche und habe im Endlichen keinen oder nur einen Grenzpunkt.“ —

Fig. 12. IV. A) „Die eine Elektrode stelle eine unbegrenzte Gerade dar.“ —

Eine Unendlichkeitsstelle von Z muss hier jedenfalls auf der Strecke $w = \frac{\omega_1}{2} + vi$, die der unendlich langen Elektrode entsprechen möge, liegen. Setzt man in der allgemeinen Function $u' = \frac{\omega_1}{2}$ und $w - \frac{\omega_1}{2} = \bar{w}$, so wird

$$Z = 2E\left\{\frac{\sigma' w}{\sigma w} - \frac{\eta_2}{\omega_2}\bar{w}\right\} + C.$$

Das ist dieselbe Function wie in III., nur dass $2E$ an die Stelle von E tritt.

Für $\bar{w} = vi$ wird

$$\frac{dZ}{dw} = -2E\left\{\wp vi + \frac{\eta_2}{\omega_2}\right\},$$

d. h. stets positiv. Daher ist die diesen Werthen entsprechende Elektrode unbegrenzt. In III. entspricht ihr die Y-Axe. —

Fig. 13. IV. B) „Die eine Elektrode erstrecke sich nach einer Seite ins Unendliche.“ —

Im vorigen Falle kam die eine Unendlichkeitsstelle von Z zum Wegfall. Nehmen wir jetzt wieder zwei an und setzen $u' = \frac{\omega_1}{2}$, so wird auch

$u'' = \omega_1 - u' = \frac{\omega_1}{2}$. Für $w = \frac{\omega_1}{2}$ wird daher Z von der zweiten, $\frac{dZ}{dw}$ von der dritten Ordnung ∞ gross. Dann hat $\frac{dZ}{dw}$ auch drei Nullstellen im Periodenparallelogramm, entsprechend den drei vorhandenen Elektrodenenden. Es wird

$$\frac{dZ}{dw} = C\frac{\sigma(w-w_1)\,\sigma(w-w_2)\,\sigma(w-w_3)}{\sigma^3\left(w-\frac{\omega_1}{2}\right)}$$

und nach Art. 16 und 17 der „Form. u. Lehrs.“:

$$Z = C_0' + C_0 w - C_1' \frac{\sigma'\left(w-\frac{\omega_1}{2}\right)}{\sigma\left(w-\frac{\omega_1}{2}\right)} - \tfrac{1}{2} C_1'' \wp\left(w-\frac{\omega_1}{2}\right).$$

$Z(w)$ soll wieder die für $z(w)$ aufgestellten Bedingungen 1) 2) 3) p. 8 erfüllen. Aus 1) und 2) folgt:

$$C_0 = -2E\frac{\eta_3}{\omega_3},\quad C_1' = -2E;$$

aus 3): $$\Re\left[Z\left(\pm\frac{\omega_1}{2}+vi\right)\right] = \text{const.} - \tfrac{1}{2}A_1''\wp\left(vi-\frac{\omega_1}{2}\pm\frac{\omega_1}{2}\right).$$

Sollen beide Ausdrücke von v unabhängig sein, so muss $A_1'' = 0$ sein. Setzt man noch $w - \frac{\omega_1}{2} = W$, so ergiebt sich:

$$Z = 2E\left\{\frac{\sigma' W}{\sigma W} - \frac{\eta_3}{\omega_3} W\right\} - \frac{B_1'' i}{2}\wp W + C_0'',$$

$$\frac{dZ}{dW} = -2E\left\{\wp W + \frac{\eta_3}{\omega_3}\right\} - \frac{B_1'' i}{2}\wp' W.$$

$\frac{dZ}{dW}$ verschwindet an drei Stellen. Wir wollen zeigen, dass diese auf den Strecken liegen, die den Elektroden entsprechen. Es sei

1) $W = -\omega_1 + Vi$, dann ist $\frac{dZ}{dW}$ reell. Ferner wird für

$$Vi = 0,\quad \frac{dZ}{dW} = -2E\left\{e_1 + \frac{\eta_3}{\omega_3}\right\},$$

$$Vi = +\omega_3,\quad \frac{dZ}{dW} = -2E\left\{e_2 + \frac{\eta_3}{\omega_3}\right\}.$$

Wenn $E > 0$, so haben diese Ausdrücke verschiedenes Vorzeichen; also liegen hier zwei Nullstellen.

2) Für $W = Vi$ ist $\frac{dZ}{dW}$ wieder reell. Ferner wird für

$$Vi = \pm\omega_3,\quad \frac{dZ}{dW} = -2E\left\{e_3 + \frac{\eta_3}{\omega_3}\right\} > 0,$$

$Vi = \pm\varepsilon i$ (wo ε eine sehr kleine positive Grösse sei),

$$\frac{dZ}{dW} = \mp\frac{B_1''}{\varepsilon^3} + \left(\frac{1}{\varepsilon^2}\right).$$

Dies wird je nach dem Vorzeichen von B_1'' und V positiv und negativ unendlich. Es existirt also auf dieser Strecke nur eine Nullstelle von $\frac{dZ}{dW}$, die wir W_3' nennen. Wenn man festsetzt, dass $B_1'' > 0$ sein soll, so wird $0 < V_3' < \frac{\omega_3}{i}$, und da $Z(\pm\varepsilon i) = \frac{B_1'' i}{2\varepsilon^2} + \left(\frac{1}{\varepsilon}\right)$, so folgt, dass die Elektrode in der Richtung der positiven Y-Axe sich ins Unendliche erstreckt.

Wird B_1'' sehr klein, so rückt die Elektrode auch nach der andern Seite ins Unendliche fort. Dieser Fall geht dann in die Fälle IV. A) und III. über. — Die Grössen W_k müssen der Bedingung genügen $W_1 + W_2 + W_3 = 0$. —

V. „Die Elektroden liegen in gerader Linie und seien nicht beide unendlich lang." —

Fig. 14.

V. A) „Die eine Elektrode erstrecke sich nach einer Seite ins Unendliche." —

Es ist in der unter IV. B) gefundenen Function $E = 0$ zu setzen. Soll die Y-Axe mit der Geraden zusammenfallen, so wird

$$Z = -\frac{B_1'' i}{2}\wp W + B_0'' i, \quad \frac{dZ}{dW} = -\frac{B_1'' i}{2}\wp' W.$$

Für die Strecken $W = Vi$, $W = -\omega_1 + Vi$, denen die Elektroden, und $W = U$, $W = \pm\omega_3 + U$, denen zwei Strömungslinien entsprechen, wird Z rein imaginär.

Die Nullstellen von $\frac{dZ}{dW}$ sind $W_1 = -\omega_1$, $W_2 = -\omega_2$, $W_3' = \omega_3$. Daraus ergiebt sich die Lage der Elektrodenenden. Bestimmen wir B_0'' durch die Bedingung $Z_1 = 0$, so folgt:

$$Z_2 = \frac{B_1'' i}{2}(e_1 - e_2), \; Z_3 = \frac{B_1'' i}{2}(e_1 - e_3),$$

$$Z = \frac{B_1'' i}{2}(e_1 - \wp W) = -\frac{B_1'' i}{2}\left(\frac{\sigma' W}{\sigma W}\right)^2.$$

Die Möglichkeit, die Constanten den Bedingungen der Aufgabe gemäss zu bestimmen, ist hier einfach zu beweisen. Die Figur der Z-Ebene ist, abgesehen vom Maassstabe, noch von einer Constanten, etwa dem Verhältniss

$$\frac{Z_2}{Z_3} = \frac{e_1 - e_2}{e_1 - e_3} = k'^2$$

abhängig, entsprechend der in $Z(w)$ verfügbaren Constanten ω_1. Für jeden Werth $k'^2 < 1$ existirt aber ein und nur ein Werth von ω_1. —

Hier ergeben sich leicht drei Unterfälle*):

A′) Wird $e_1 = e_2$, also $\omega_1 = \infty$, so reducirt sich die endliche Elektrode auf einen Punkt. Die Function wird Fig. 15.

$$Z = \frac{B_1'' i}{8 \sin^2 \frac{w}{2i}}. \quad \text{(Vergl. VII. A).}$$

A″) Wird $e_2 = e_3$, so rücken die Punkte Z_2 und Z_3 unendlich nahe an einander. Setzt man, gegen die bisherige Voraussetzung, $\omega_3 = \infty$, so wird Fig. 16.

$$Z = bi - \frac{B_1'' i}{2} \left(\frac{\pi}{2\omega_1}\right)^2 \frac{1}{\sin^2 \frac{w\pi}{2\omega_1}}.$$

Durch Vertauschung von Strömungs- und Spannungscurven erhält man die Figur des Falles A′).

A‴) Wird $e_1 = e_2 = e_3$, nimmt man also ω_1 und ω_3 unendlich gross an, so wird: Fig. 17.

$$Z = -\frac{B_1'' i}{2 w^2}.$$

Die endliche Elektrode wird punktförmig und rückt unendlich nahe an das Ende der anderen heran. (Vergl. VII. E). —

V. B) „Die Elektroden seien beide von endlicher Länge.“ — Fig. 18.

Dieser Fall ist aus V. A) durch Transformation mittelst reciproker Radien herzuleiten, wenn man den Transformationsmittelpunkt auf einem nicht den Elektroden angehörigen Stücke der Symmetrieaxe annimmt. Es treten hier in der Function, abgesehen von einer multiplicativen Constanten, zwei reelle Constanten auf, entsprechend der Periode $2\omega_1$ und der Lage des Transformationsmittelpunktes. Die relative Lage der Elektrodenenden hängt, abgesehen vom Maassstabe, ebenfalls von zwei Constanten ab.

Es ist nachzuweisen, dass die Constanten der Function stets so gewählt werden können, dass die letzteren Constanten beliebig vorgeschriebene Werthe erhalten.

Nehmen wir den Transformationsmittelpunkt ($Z' = 0$) auf dem äusseren Theil der Symmetrieaxe in der Entfernung ai vom Nullpunkte an ($a > 0$), so bleibt die Reihenfolge der Elektrodenenden unverändert.

*) Form. u. Lehrs., Art. 10.

Die Function wird:

$$z = \frac{1}{Z + ai} = \frac{1}{Z'} = \frac{1}{\frac{B_1'' i}{2}(e_1 - \wp w) + ai}.$$

Ferner wird $z_k = \frac{1}{Z_k + ai} = \frac{1}{Z_k'}$ $(k = 1, 2, 3)$, $z_4 = 0$.

Die Figur der z-Ebene ist, abgesehen vom Maassstabe, bestimmt durch die beiden Verhältnisse:

$$A_1 = \frac{z_3 - z_1}{z_4 - z_1}, \quad A_2 = \frac{z_3 - z_2}{z_4 - z_2} \text{ oder } A_1 = \frac{Z_3' - Z_1'}{Z_1'}, \quad A_2 = \frac{Z_3' - Z_2'}{Z_2'}.$$

Daraus folgt: $$\frac{Z_1'}{Z_3'} = \frac{1}{1 + A_1}, \quad \frac{Z_2'}{Z_3'} = \frac{1}{1 + A_2}.$$

Durch diese beiden Verhältnisse ist nun auch die Figur der Ebene Z', abgesehen vom Maassstabe, bestimmt. Wie früher ist hier:

$$k^2 = \frac{Z_3' - Z_2'}{Z_3' - Z_1'} = \frac{A_2}{A_1} \cdot \frac{1 + A_1}{1 + A_2} = \frac{1 + \frac{1}{A_1}}{1 + \frac{1}{A_2}},$$

woraus ω_1 eindeutig bestimmbar ist. Denn da $A_1 \geqq A_2 \gtrless 0$, so ist $1 \geqq k^2 \gtrless 0$.

Nehmen wir Z_3' und B_1'' willkürlich an, so ergiebt sich aus obigen Gleichungen Z_1' und Z_2', und a ergiebt sich aus der Gleichung:

$$Z_1 + Z_2 + Z_3 = Z_1' + Z_2' + Z_3' - 3ai = 3e_1 \frac{B_1'' i}{2}.$$

Die abbildende Function kann für diesen Fall direct aus dem allgemeinen (p. 12) hergeleitet werden, wenn dort $E = 0$ gesetzt wird. In allen Fällen, wo die Elektroden auf einer Geraden liegen, ist nicht nur die Ableitung der die Abbildung vermittelnden Function, sondern die abbildende Function selbst eine elliptische Function.

Fig. 19. B') „Die Elektroden seien gleich lang.“ —

Dieser Fall folgt aus dem vorigen, wenn $z_1 - z_2 = z_3$ gesetzt wird. Er ist ein specieller Fall des Falles II. Wird dort $E = 0$ gesetzt, so ergiebt sich:

$$Z = B_1' i \left\{ \frac{\sigma'(w - \omega_1)}{\sigma(w - \omega_1)} - \frac{\sigma' w}{\sigma w} + \eta_1 \right\}.$$

Z hat die Eigenschaft, dass $Z(w + \omega_1) = -Z(w)$, also dass Z^2 eine elliptische Function von w mit den Perioden ω_1, $2\omega_3$ ist. Wir erhalten eine einfachere Darstellung durch Einführung der halben reellen Periode, die für die folgenden Functionen ausschliesslich gelten soll.

Für $w = 0$ bez. $w = \pm\omega_3$ wird Z^2 von der zweiten Ordnung ∞ gross bez. ∞ klein. Daraus folgt:

$$Z^2 = -\frac{B_1'^2}{w^2} + \ldots = B_1'^2 \frac{\sigma(w-\omega_3)\,\sigma(w+\omega_3)}{\sigma^2\omega_3\,\sigma^2 w}.$$

oder durch einfache Umformung*):

$$Z = -\frac{B_1' i}{w} + \ldots = -B_1' i \frac{\sigma_1 w}{\sigma w} = -B_1' i \sqrt{\wp w - e_3} \quad [\omega_1, 2\omega_3],$$

oder auch**):

$$Z = bi \sin am \left(\sqrt{e_1 - e_3}\,(w+\omega_3),\ k\right) \quad [\omega_1, 2\omega_3],$$

wo auch die Grössen e_λ und k sich auf die veränderten Perioden beziehen.

Es wird $\quad Z_1 = -Z_4 = -B_1' i \sqrt{e_1 - e_3},$

$$Z_2 = -Z_3 = -B_1' i \sqrt{e_2 - e_3}.$$

Die Figur der Z-Ebene ist, abgesehen vom Maassstabe, durch eine Constante bestimmt, etwa durch das Verhältniss $\frac{Z_4 - Z_3}{Z_4 + Z_3} = l_1$; ist dies gegeben, so ist die Periode ω_1 eindeutig bestimmbar.***) —

V. C) „Die eine Elektrode stelle die Verlängerungen einer endlichen Strecke dar.“ — Fig. 20.

Das Strömungsnetz kann man für diesen Fall aus dem für V. B) erhalten, wenn man Spannungs- und Strömungscurven mit einander vertauscht. Es geht dann die Strecke $z_2 z_3$ in die eine und der äussere Theil der Strecke $z_1 z_4$ in die andere Elektrode über. Soll die abbildende Function direct aus der des Falles V. A) durch Transformation mittelst reciproker Radien hergeleitet werden, so ist a so zu wählen, dass der Transformationsmittelpunkt in das Innere einer der beiden Elektroden fällt. (Vergl. VIII. B).

Alle zu V. gehörigen Fälle können wieder durch reciproke Radien aus B′) und C) hergeleitet werden. Da in B′) eine geradlinige Spannungscurve, in C), wenn eine Symmetrieaxe hinzukommt, eine geradlinige Strömungscurve auftritt, so existirt in allen hierher gehörigen Fällen in jeder der beiden Curvenschaaren ein voller Kreis. —

VI. „Die eine Elektrode werde punktförmig.“ —

Wenn hier die reelle Periode der allgemeinen Function endlich bliebe, so müsste etwa der unendlich langen Geraden $W = -\omega_1 + Vi$ ein einziger Punkt

*) Form. u. Lehrs., Art. 18. — **) Art. 23 und 26. — ***) Art. 45.

der Z-Ebene entsprechen, d. h. Z wäre überhaupt constant. Also wird in allen hierher gehörigen Fällen

$$\omega_1 = \infty.$$

Fig. 21, 22. VI. A) „Die zweite Elektrode sei nach einer Richtung unbegrenzt.“ —

Dieser Fall ist ein specieller von IV. B). Es wird*):

$$Z = -Ei \operatorname{cotg} \frac{W}{2i} + \frac{B_1'' i}{8 \sin^2 \frac{W}{2i}} + c,$$

$$\frac{dZ}{dW} = -\frac{1}{8 \sin^2 \frac{W}{2i}} \left(4E - B_1'' \operatorname{cotg} \frac{W}{2i}\right).$$

Durch Einführung der Exponentialfunctionen ergiebt sich:

$$\lim_{\omega_1 = \infty} Z(-\omega_1 + Vi) = Z_1 = Z_2 = -E + c, \quad \lim_{\omega_1 = \infty} \frac{dZ}{dW}(-\omega_1 + Vi) = 0.$$

Beide sind also von V unabhängig, d. h. der unendlich fernen Geraden $W = -\omega_1 + Vi$ entspricht ein einziger Punkt, nämlich jene Elektrode.

Setzt man $c = 0$, so fällt die punktförmige Elektrode in die X-Axe, die andere in die Y-Axe.

Die zweite Nullstelle von $\frac{dZ}{dW}$ ist aus der Gleichung zu bestimmen:

$$\operatorname{cotg} \frac{V_3}{2} = \frac{4E}{B_1''},$$

die stets einen solchen Werth V_3 ergiebt, dass $-\pi \leqq V_3 < \pi$.

Durch Einsetzen findet man

$$Z_3 = Y_3 i = -\frac{4E^2 i}{B_1''} + \frac{B_1'' i}{8}\left\{1 + \frac{16E^2}{B_1''^2}\right\} = i\left\{\frac{B_1''}{8} - \frac{2E^2}{B_1''}\right\}.$$

Die Figur der Z-Ebene hängt, abgesehen vom Maassstabe, noch von einer Constanten, etwa dem Verhältniss

$$\frac{Y_3}{E} = \frac{B_1''}{8E} - \frac{2E}{B_1''} = \operatorname{cotg} \beta$$

ab, wo β den Winkel zwischen der negativen Y-Axe und der Strecke $Z_3 Z_1$ bedeutet. Ist E und β gegeben, so folgen aus der Gleichung die Werthe:

$$B_1'' = 4E \operatorname{cotg} \frac{\beta}{2} \text{ oder } B_1'' = -4E \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}.$$

*) Form. u. Lehrs., Art. 10.

Da stets $0 \leqq \beta \gtrless \pi$, so ist nur der erste (positive) Werth zulässig, wenn die unendlich lange Elektrode in der Richtung der positiven Y-Axe sich ins Unendliche erstrecken soll. Durch Vergleichung folgt $V_3 = \pi - \beta$.

Soll Z_1 auf der negativen X-Axe liegen, so entspricht bei Abbildung durch die Function

$$Z = -Ei\left\{\operatorname{cotg}\frac{W}{2i} + \frac{\operatorname{cotg}\frac{\beta}{2}}{2\sin^2\frac{W}{2i}}\right\}$$

der Z-Ebene der in der Halbebene $\Re(W) < 0$ liegende Streifen. —

VI. B) „Die zweite Elektrode stelle eine unbegrenzte Gerade darstellt.“ — Fig. 23.

Setzen wir in A) $Y_3 = -\infty$, also $\beta = \pi$, so wird

$$Z = \frac{E}{i}\operatorname{cotg}\frac{W}{2i}.$$

Man findet

$$X = \frac{Ei \sin Ui}{\cos V - \cos Ui}, \quad Y = \frac{E \sin V}{\cos V - \cos Ui}$$

und durch Elimination von U bez. V:

$$X^2 + Y^2 + 2EY \operatorname{cotg} V = E^2 \qquad \text{(Strömungscurven)},$$
$$X^2 + Y^2 - 2EXi \operatorname{cotg} Ui = -E^2 \quad \text{(Spannungscurven)}.$$

Das giebt eine Steinersche Kreisschaar. Dasselbe Strömungsnetz wird von zwei punktförmigen in Bezug auf die Y-Axe symmetrisch liegenden Elektroden geliefert. —

VI. C) „Die zweite Elektrode sei von endlicher Länge.“ — Fig. 24, 62.

Dieser Fall ist aus A) durch Transformation mittelst reciproker Radien herzuleiten, wenn man den Transformationsmittelpunkt auf der Verlängerung der unendlich langen Elektrode annimmt. Setzt man

$$z = \frac{A}{Z - ai},$$

wo A und a reell sind, so erstreckt sich die nicht punktförmige Elektrode von $z = 0$ bis $z = y_3 i$.

Wird $z_1 = -E + y_1 i$ gesetzt, so ist nachzuweisen, dass die Constanten A, a, Y_3 stets so gewählt werden können, dass die beiden die Figur der z-Ebene bestimmenden Constanten y_1 und y_3 beliebig vorgeschriebene Werthe erhalten.

Für jene drei Constanten bestehen die Gleichungen:

$$\begin{cases} y_3 i = \frac{A}{Y_3 i - a i}, \\ -E + y_1 i = -\frac{A}{E - a i}, \end{cases}$$

oder

$$\begin{cases} A = a y_3 - Y_3 y_3 = E^2 + a y_1, \\ E a = E y_1, \end{cases}$$

und da $E > 0$:

$$\begin{cases} a = y_1, \\ A = E^2 + y_1^2, \\ Y_3 = \frac{y_3 y_1 - E^2 - y_1^2}{y_3}. \end{cases}$$

Die Abbildung wird daher in der vorgeschriebenen Weise durch die Function

$$z = \frac{E^2 + y_1^2}{Z - y_1 i}$$

geleistet, wenn das Elektrodenende der Z-Ebene gemäss der Gleichung

$$Y_3 = y_1 - \frac{E^2 + y_1^2}{y_3}$$

gewählt wird.

Die Function kann auch aus der allgemeinen (p. 12) hergeleitet werden, wenn in dieser $\omega_1 = \infty$ gesetzt wird. Substituiren wir vorher:

$$w = W + \frac{\omega_3}{2}, \quad u' = U' + \frac{\omega_3}{2},$$

so wird:

$$Z = \frac{E + B_1' i}{2 i} \operatorname{cotg} \frac{W + U'}{2 i} + \frac{E - B_1' i}{2 i} \operatorname{cotg} \frac{W - U'}{2 i} + c.$$

Für $W = \pm U'$ wird $Z = \infty$.

Ferner ist:

$$\frac{dZ}{dW} = \frac{E + B_1' i}{4 \sin^2 \frac{W + U'}{2 i}} + \frac{E - B_1' i}{4 \sin^2 \frac{W - U'}{2 i}}.$$

Es wird für $W = 0$, $\frac{dZ}{dW} = \frac{E}{2 \sin^2 \frac{U'}{2 i}} = \frac{-2E}{\left(e^{\frac{U'}{2}} - e^{-\frac{U'}{2}}\right)^2}$;

für $W = \pm \pi i$, $\frac{dZ}{dW} = \frac{E}{2 \cos^2 \frac{U'}{2 i}} = \frac{2E}{\left(e^{\frac{U'}{2}} + e^{-\frac{U'}{2}}\right)^2}$.

Da diese Werthe, wenn $E > 0$, verschiedenes Vorzeichen haben, so existirt auf den Strecken $W = 0 \ldots \pm \pi i$ je eine Nullstelle von $\frac{dZ}{dW}$, entsprechend den beiden Elektrodenenden. —

VI. D) „Die zweite Elektrode stelle die Verlängerungen einer endlichen Strecke dar.“ — Fig. 25.

Dieser Fall lässt sich aus A) genau so wie der vorhergehende ableiten, wenn der Transformationsmittelpunkt auf der unendlich langen Elektrode angenommen wird. Die abbildende Function und die Gleichungen für die Constanten sind genau dieselben. Da jedoch hier $Y_3 < a'$ oder $Y_3 < y_1$, so muss $y_3 > 0$ werden, während im vorigen Falle $y_3 < 0$ war. (Vergl. hierzu VIII. C).

Kommt in C) oder D) eine Symmetrieaxe hinzu, so tritt eine geradlinige Strömungscurve auf. Da aus jedem dieser beiden Fälle alle andern in VI. durch reciproke Radien herzuleiten sind, so ist in allen diesen je eine Strömungscurve kreisförmig. —

VII. „Die Elektroden liegen in gerader Linie und die eine sei punktförmig.“ —

Hier ist in den Functionen der allgemeineren Fälle $E = 0$ und $\omega_1 = \infty$ zu setzen. Der Radius der kreisförmigen Strömungscurve kann ∞ gross und ∞ klein werden, der der kreisförmigen Spannungscurve ist ∞ klein.

VII. A) „Die zweite Elektrode sei nach einer Richtung unbegrenzt.“ — Fig. 15.

Dann folgt aus VI. A) (vergl. V. A′):

$$Z = \frac{B_1'' i}{8 \sin^2 \frac{W}{2i}}, \quad \frac{dZ}{dW} = -\frac{B_1''}{8} \frac{\operatorname{cotg} \frac{W}{2i}}{\sin^2 \frac{W}{2i}}.$$

Aus $\frac{dZ}{dW} = 0$ erhält man:

$$W_1' = W_2' = -\infty = -\omega_1, \quad W_3' = \pm \pi i = \pm \omega_3,$$

und durch Einsetzen: $Z_1 = Z_2 = 0$, $Z_3 = \frac{B_1'' i}{8}$ und

$$Z = \frac{Z_3}{\sin^2 \frac{W}{2i}}. —$$

VII. B) „Die zweite Elektrode sei von endlicher Länge.“ — Fig. 26, 63.

Aus VI. C) folgt für $c = 0$:

$$Z = \frac{B_1'}{2} \left\{ \operatorname{cotg} \frac{W + U'}{2i} - \operatorname{cotg} \frac{W - U'}{2i} \right\},$$

$$\frac{dZ}{dW} = \frac{B_1' i}{4} \left\{ \frac{1}{\sin^2 \frac{W + U'}{2i}} - \frac{1}{\sin^2 \frac{W - U'}{2i}} \right\}.$$

Aus $\frac{dZ}{dW} = 0$ ergeben sich die Werthe

$$W_1' = W_2' = -\infty = -\omega_1,\ W_3' = \pm \pi i = \pm \omega_3,\ W_4' = 0;$$

daraus

$$Z_1 = Z_2 = 0,\ Z_3 = -B_1' \operatorname{tg} \frac{U'}{2i},\ Z_4 = B_1' \operatorname{cotg} \frac{U'}{2i}.$$

Sollen Y_3 und Y_4 positiv sein, so muss B_1' positiv sein.

Die Figur der Z-Ebene ist, abgesehen vom Maassstabe, durch eine Constante völlig bestimmt, etwa durch das positive Verhältniss

$$\frac{Z_3}{Z_4} = -\operatorname{tg}^2 \frac{U'}{2i} = a^2.$$

Z enthält noch eine willkürliche Constante U', die für ein gegebenes a aus der Gleichung zu bestimmen ist:

$$\frac{1 - e^{U'}}{1 + e^{U'}} = a \text{ oder } e^{U'} = \frac{1-a}{1+a}.$$

Es ist $0 \leq a \gtreqless 1$ und $0 \geqq U' \gtreqless -\infty$. Die Grenzfälle sind besonders zu untersuchen. — Durch Vertauschung von Spannungs- und Strömungscurven erhält man den durch Fig. 56 angedeuteten Fall. —

Fig. 27. VII. C) „Die eine Elektrode sei von endlicher Länge, die andere liege im Unendlichen.“ —

Man kann diesen Fall durch Transformation mittelst reciproker Radien aus A) herleiten, indem man setzt:

$$z = \alpha - \frac{\beta}{Z}.$$

α und β wollen wir so bestimmen, dass für $Z = \infty$, $z = Ai$,
für $Z = Z_3$, $z = -Ai$ wird.

Daraus folgen die Gleichungen:

$$\left| \begin{array}{l} Ai = \alpha, \\ -Ai = \alpha + \frac{\beta}{Z_3} \end{array} \right. \text{ oder } \beta = -2Ai \cdot Z_3,$$

also

$$z = Ai\left(1 - 2\sin^2 \frac{W}{2i}\right) = Ai \cos Wi = Ai \frac{e^{W} + e^{-W}}{2}.$$

Durch diese Abbildung erhält man bekanntlich ein System confocaler Ellipsen und Hyperbeln, von denen erstere die Spannungs-, letztere die Strömungscurven darstellen. —

VII. D) „Die eine Elektrode sei nach einer Richtung unbegrenzt, die andere liege im Unendlichen.“ — Fig. 28.

Durch die Substitution $z = Z - Ai$, $W = w - \pi i$ folgt aus C):

$$Z = Ai\,(1 - \cos wi) = 2\,Ai\,\sin^2\frac{wi}{2}.$$

Hier wird für $w = 0$ auch $Z = 0$ und $\frac{dZ}{dw} = 0$, d. h. es liegt der Nullpunkt der Z-Ebene in dem einen Elektrodenende. Den vorliegenden Fall können wir nun als Grenzfall des vorigen für $\lim A = \infty$ betrachten. Damit Z endlich bleibe, muss w sehr klein werden, so dass wir entwickeln können:

$$Z = -\frac{Ai}{2}w^2 + (w^4).$$

Die w-Ebene können wir durch sehr starke Vergrösserung des Maassstabes auf eine Ebene w abbilden, indem wir setzen

$$\frac{Aw^2}{2} = a^2w^2,$$

wo a eine reelle endlich bleibende Constante bedeutet. Also wird im Grenzfalle:

$$Z = -a^2iw^2.$$

Der Parallelstreifen ist in die Halbebene $\Re(w) < 0$ übergegangen. Die Abbildung ergiebt bekanntlich für Spannungs- und Strömungscurven eine Doppelschaar confocaler Parabeln. —

VII. E) „Die eine Elektrode sei nach einer Richtung unbegrenzt, die andere rücke unendlich nahe an das Ende der ersteren heran.“ — Fig. 17.

Durch Transformation mittelst reciproker Radien folgt aus D):

$$z = \frac{1}{Z} = \frac{i}{a^2w^2}.$$

Dreht man die Figur der z-Ebene um 180°, so werden in diesen beiden Fällen Spannungs- und Strömungscurven mit einander vertauscht. Aus

$$x + yi = \frac{i}{a^2(u + vi)^2}$$

folgt:

$$y = \frac{u^2 - v^2}{a^2(u^2 + v^2)^2},\quad x = \frac{2uv}{a^2(u^2 + v^2)^2}.$$

Für ∞ grosse Werthe von u oder v wird y von der zweiten, x von der dritten Ordnung ∞ klein. Daher besitzen die Curven im Nullpunkte Spitzen erster Art, deren Tangente die y-Axe bildet. (Vergl. V. A‴). —

Fig. 29, 30.

VIII. „Die eine Elektrode stelle die Verlängerungen einer endlichen Strecke dar.“ —

Nimmt man an, den Elektroden entsprechen die Strecken $w = -\omega_1 + vi$ und $w = vi$, so möge für zwei Stellen der letzteren z von der ersten Ordnung, also $\frac{dz}{dw}$ von der zweiten Ordnung unendlich gross werden. Dann wird

$$\frac{dz}{dw} = C \frac{\sigma(w-w_1)\,\sigma(w-w_2)\,\sigma(w-w_3)\,\sigma(w-w_4)}{\sigma^2(w-w')\,\sigma^2(w-w'')}$$

und

$$z = C_0' + C_0 w + C_1 \ln \sigma(w-w') - C_1 \ln \sigma(w-w'') - C_1' \frac{\sigma'(w-w')}{\sigma(w-w')} - C_2' \frac{\sigma'(w-w'')}{\sigma(w-w'')}.$$

Durch Verschiebung des Nullpunktes parallel der Axe des Imaginären kann man stets erreichen, dass w' und w'' conjugirt werden und dass $0 < |w'| \leq \frac{\pi}{2}$ wird.

Damit die Beziehung eindeutig werde, muss $C_1 = 0$ sein. z muss die Bedingungen 1) 2) 3) (p. 8) erfüllen, wobei nur vi durch $-\frac{\omega_1}{2} + vi$ zu ersetzen ist. Aus 1) und 2) folgt:

$$C_0 = -2E\frac{\eta_3}{\omega_3},\quad C_1' + C_2' = -2E;$$

3) ist dann von selbst erfüllt. Also wird

$$z = C_0' - 2E\frac{\eta_3}{\omega_3} w - A_1' \frac{\sigma'(w-v'i)}{\sigma(w-v'i)} - A_2' \frac{\sigma'(w+v'i)}{\sigma(w+v'i)},$$

$$\frac{dz}{dw} = -2E\frac{\eta_3}{\omega_3} + A_1' \wp(w-v'i) + A_2' \wp(w+v'i),$$

$$(A_1' + A_2' = -2E).$$

Für $w = +v'i + \varepsilon i$ wird $\frac{dz}{dw} = -\frac{A_1'}{\varepsilon^2} + \ldots$

Für $w = -v'i + \varepsilon i$ wird $\frac{dz}{dw} = -\frac{A_2'}{\varepsilon^2} + \ldots$

Nun soll je eine Nullstelle von $\frac{dz}{dw}$ auf der Strecke $-v'i \ldots + v'i$ und auf der Strecke $v'i \ldots 2\omega_3 - v'i$ liegen, damit sie durch eine Unendlichkeitsstelle getrennt werden, wie es die Lage der Elektrodenenden erfordert. Also muss $\frac{dz}{dw}$ an den Stellen $v'i$ und $-v'i$ entgegengesetzte ∞ grosse Werthe annehmen, d. h. A_1' und A_2' haben entgegengesetztes Vorzeichen.

Durch die Substitution $\bar{z} = -z$, $\bar{w} = -w$ wechseln A_1' und A_2' ihre Stellen; daher kann man festsetzen: $A_1' > 0$, $A_2' < 0$.

Nun ergeben sich mit Rücksicht auf den p. 9 bewiesenen Hülfssatz die Werthsysteme:

$$1)\quad w = 0, \qquad \frac{dz}{dw} = -2E\left\{\wp\, v'i + \frac{\eta_3}{\omega_3}\right\} > 0,$$

$$2)\quad w = v'i, \qquad \frac{dz}{dw} = -\infty,$$

$$3)\quad w = \omega_3, \qquad \frac{dz}{dw} = -2E\left\{\wp(\omega_3 - v'i) + \frac{\eta_3}{\omega_3}\right\} > 0,$$

$$4)\quad w = \omega_2, \qquad \frac{dz}{dw} = -2E\left\{\wp(\omega_2 + v'i) + \frac{\eta_3}{\omega_3}\right\} > 0,$$

$$5)\quad w = \omega_1 - v'i, \quad \frac{dz}{dw} = -A_1'\left\{e_1 - \wp(\omega_1 + 2v'i)\right\} - 2E\left\{e_1 + \frac{\eta_3}{\omega_3}\right\} < 0,$$

$$6)\quad w = \omega_2 - v'i, \quad \frac{dz}{dw} = -A_1'\left\{e_2 - \wp(\omega_2 + 2v'i)\right\} - 2E\left\{e_2 + \frac{\eta_3}{\omega_3}\right\} > 0.$$

Daher muss je eine Nullstelle von $\frac{dz}{dw}$ auf den vier Strecken liegen zwischen $0 \ldots v'i \ldots \omega_3$ und $-\omega_2 \ldots -\omega_1 - v'i \ldots \omega_3 - \omega_1 - v'i$.

Aehnlich wie p. 7, 8 und 11 ergeben sich hier die Gleichungen:

$$\Sigma \frac{\sigma'(v'i - w_k)}{\sigma(v'i - w_k)} = \Sigma \frac{\sigma'(v'i + w_k)}{\sigma(v'i + w_k)} = 2\frac{\sigma' 2v'i}{\sigma 2v'i},$$

$$\frac{1}{A_1'} H\sigma(v'i - w_k) = \frac{1}{A_2'} H\sigma(v'i + w_k) = \frac{1}{C}\sigma^2 2v'i,$$

$$(k = 1, .. 4).$$

Mit Rücksicht auf die Gleichung

$$w_1 + w_2 + w_3 + w_4 = 2w' + 2w'' = 0$$

kann man setzen

$$w_k = w_k' \ (k = 1, 2, 3), \quad w_4 = w_4' + 2\omega_1.$$

Daraus lässt sich wieder der Schwerpunkt der vier Elektrodenenden berechnen. Es wird

$$\frac{1}{4}\cdot\sum_{k=1}^{4} z_k = C_0' + E(\tfrac{1}{2} - 2\gamma_1) + \frac{A_1' - A_2'}{2}.$$

Die Untersuchung der beiden ins Unendliche sich erstreckenden Strömungslinien zeigt, dass ihre Asymptoten parallel sind der Axe des Reellen und im Allgemeinen nicht zusammenfallen.

Die Eindeutigkeit der durch die abbildende Function vermittelten Beziehung zwischen dem halben Periodenparallelogramm der w-Ebene und der ganzen z-Ebene folgt einfach aus Betrachtung der Charakteristik.

Fig. 31, 64. VIII. A) „Es sei eine zu den Elektroden senkrechte Symmetrieaxe vorhanden.“ —

Dann ist zu vermuthen, dass deren Theile die beiden sich ins Unendliche erstreckenden Strömungslinien darstellen werden, denen in der w-Ebene die durch die Punkte $\pm v'i$ gehenden Parallelen zur u-Axe entsprechen. Durch Spiegelung von $-v'i$ gegen die durch $+v'i$ gehende Gerade kommt man zum Punkt $3v'i$, dem wieder der Punkt $z = \infty$ entsprechen muss. $3v'i$ muss also congruent sein zu $+v'i$ oder $-v'i$. Da nun nach der Annahme $0 < |v'i| \leqq \frac{\omega_3}{2}$, so liefert die Gleichung $3v'i = \pm v'i + 2k\omega_3$ den allein zulässigen Werth $v'i = \frac{\omega_3}{2}$.

Für $w = -\omega_1$ und $w = -\omega_2$ wird $\frac{dz}{dw} = -2E\left\{\wp\left(\omega_1 + \frac{\omega_3}{2}\right) + \frac{\eta_3}{\omega_3}\right\} > 0$.

Für $w = -\omega_1 - \frac{\omega_3}{2}$ wird $\frac{dz}{dw} = -A_1'\left(e_1 - e_2\right) - 2E\left(e_1 + \frac{\eta_3}{\omega_3}\right) < 0$.

Also liegt hier w_1 auf der Strecke $-\omega_1 \ldots -\omega_1 - \frac{\omega_3}{2}$. Da die Elektrodenenden der z-Ebene zu den erwähnten Strömungslinien symmetrisch liegen, so müssen auch die Nullstellen von $\frac{dz}{dw}$ zu den entsprechenden Geraden symmetrisch liegen. —

Fig. 20. VIII. B) „Die Elektroden fallen in eine Gerade.“ —

Da hier $A_1' + A_2' = -2E = 0$, so wird die abbildende Function

$$z = C_0' + A_1'\left\{\frac{\sigma'(w + v'i)}{\sigma(w + v'i)} - \frac{\sigma'(w - v'i)}{\sigma(w - v'i)}\right\} = C_0'' - A_1'\frac{\wp' v'i}{\wp w - \wp v'i}$$

selbst schon eine elliptische Function von w. Da $\frac{dz}{dw} = A_1'\frac{\wp' w\, \wp' v'i}{(\wp w - \wp v'i)^2}$, so werden die vier Nullstellen von $\frac{dz}{dw}$:

$$-\omega_1, \quad -\omega_2, \quad \omega_3, \quad 0,$$

woraus die Lage der Elektrodenenden durch Einsetzen direct berechnet werden kann. (Vergl. V. C). —

Fig. 32. VIII. B') „Es trete noch eine zu den Elektroden senkrechte Symmetrieaxe auf.“ —

Hier ist $v'i = \frac{\omega_3}{2}$.

$z - C_0'$ nimmt bei Vermehrung von w um ω_3 den entgegengesetzten Werth an. Es kann hier ebenso die halbe imaginäre Periode eingeführt werden, wie im Falle V. B'), aus dem dieser durch Vertauschung von Spannungs- und Strömungscurven hervorgeht, die halbe reelle Periode. —

VIII. C) „Die zweite Elektrode sei punktförmig.“ — Fig. 25.

Es wird $\omega_1 = \infty$ und

$$z = c - \frac{A_1'}{2i} \operatorname{cotg} \frac{w - v'i}{2i} - \frac{A_2'}{2i} \operatorname{cotg} \frac{w + v'i}{2i} \quad (A_1' + A_2' = -2E). \text{ (Vergl. VI. D).} —$$

VIII. C') „Beide liegen ausserdem in gerader Linie.“ — Fig. 33.

Dann ist $E = 0$, also

$$z = c + \frac{A_1'}{2i} \left\{ \operatorname{cotg} \frac{w + v'i}{2i} - \operatorname{cotg} \frac{w - v'i}{2i} \right\}.$$

Aus VI. D) würde man erhalten

$$z \quad \frac{y_2^2}{Z - y_2 i} \left(Y_1 - y_2 - \frac{y_2^2}{y_1} \right).$$

wo Z die Function in VI. A) bedeutet. —

IX. „Beide Elektroden erstrecken sich gleichzeitig ins Unendliche.“—

Hier sind vier besondere Fälle aus einander zu halten. Es können nämlich im Endlichen zwei, drei oder vier Begrenzungspunkte vorhanden sein, und wenn zwei auftreten, können die Elektroden nach derselben oder nach entgegengesetzten Richtungen sich ins Unendliche erstrecken.

Transformirt man die Elektroden mittelst reciproker Radien ganz ins Endliche, so gehen sie in Kreisbogen über, die sich berühren. Wenn man sich daher die Ebenen längs der Elektroden aufgeschnitten denkt, so erhält man einfach zusammenhängende Bereiche. Diese können auf eine Halbebene $\Re\left(\frac{\zeta}{i}\right) > 0$ so abgebildet werden, dass der positiven ζ-Axe die Elektroden mit kleinerer, der negativen die mit grösserer Abscisse entsprechen.

Den Elektrodenenden der z-Ebene entsprechen dann Nullstellen von $\frac{dz}{d\zeta}$. Da an diesen Stellen (ζ_k) überall den Winkeln von 180° der ζ-Ebene Winkel von 360° der z-Ebene entsprechen, so darf z, nach Potenzen von $\zeta - \zeta_k$ entwickelt, kein Glied von niederer als der zweiten Ordnung, also $\frac{dz}{d\zeta}$ kein von Null verschiedenes constantes Glied enthalten.

Um das Verhalten von $\frac{dz}{d\zeta}$ für die unendlich fernen Stellen der z-Ebene zu untersuchen, hat man die Winkel zu vergleichen, die an den entsprechenden Stellen der verschiedenen Ebenen eintreten. Es wird für

Fig. 34, 65.

A) $\zeta = \infty$, z proportional ζ^2, also $\frac{dz}{d\zeta}$ proportional ζ,

$\zeta = 0$, z „ $\ln\zeta$, „ $\frac{dz}{d\zeta}$ „ $\frac{1}{\zeta}$.

Folglich $\frac{dz}{d\zeta} = C\frac{(\zeta-\zeta_1)(\zeta-\zeta_3)}{\zeta}\left\{1+F(\zeta)\right\}$.

Fig. 35, 66.

B) $\zeta = \infty$, z proportional ζ, $\frac{dz}{d\zeta}$ = const,

$\zeta = 0$, z „ $\frac{1}{\zeta}$, $\frac{dz}{d\zeta}$ proportional $\frac{1}{\zeta^2}$.

Folglich $\frac{dz}{d\zeta} = C\frac{(\zeta-\zeta_1)(\zeta-\zeta_4)}{\zeta^2}\left\{1+F(\zeta)\right\}$.

Fig. 36.

C) $\zeta = \infty$, z proportional ζ, $\frac{dz}{d\zeta}$ = const,

$\zeta = \zeta'$, z „ $\frac{1}{\zeta-\zeta'}$, $\frac{dz}{d\zeta}$ proportional $\frac{1}{(\zeta-\zeta')^2}$,

$\zeta = 0$, z „ $\ln\zeta$, $\frac{dz}{d\zeta}$ „ $\frac{1}{\zeta}$.

Folglich $\frac{dz}{d\zeta} = C\frac{(\zeta-\zeta_1)(\zeta-\zeta_2)(\zeta-\zeta_4)}{\zeta(\zeta-\zeta')^2}\left\{1+F(\zeta)\right\}$.

Fig. 37, 67.

D) $\zeta = \infty$, z proportional $\ln\zeta$, $\frac{dz}{d\zeta}$ proportional $\frac{1}{\zeta}$,

$\zeta = \zeta^{(\lambda)}$, z „ $\frac{1}{\zeta-\zeta^{(\lambda)}}$, $\frac{dz}{d\zeta}$ „ $\frac{1}{(\zeta-\zeta^{(\lambda)})^2}$ [λ = I, II],

$\zeta = 0$, z „ $\ln\zeta$, $\frac{dz}{d\zeta}$ „ $\frac{1}{\zeta}$.

Folglich $\frac{dz}{d\zeta} = C\frac{(\zeta-\zeta_1)(\zeta-\zeta_2)(\zeta-\zeta_3)(\zeta-\zeta_4)}{\zeta(\zeta-\zeta')^2(\zeta-\zeta'')^2}\left\{1+F(\zeta)\right\}$.

$\frac{dz}{d\zeta}$ kann in der ganzen ζ-Ebene nur für die angeführten Stellen 0 und ∞ werden. Denn da reellen Werthen von ζ rein imaginäre von $\frac{dz}{d\zeta}$ entsprechen, so würden, wenn in der Halbebene-$\Re\left(\frac{\zeta}{i}\right) < 0$ singuläre Stellen vorkämen, die ihnen conjugirten Stellen ebenfalls singulär sein, was nicht möglich ist.

Auch an den Stellen, an denen der erste Factor 0 oder ∞ wird, kann $F(\zeta)$ weder von angebbarer Ordnung ∞ werden, da sonst die Ordnungszahl des Verschwindens oder ∞ Werdens der Ableitung geändert würde, noch logarithmisch ∞ wegen der Eindeutigkeit der Ableitung. $F(\zeta)$ reducirt sich daher auf eine Constante.

Durch Partialbruchzerlegung erhält man:

A) $\frac{dz}{d\zeta} = A_1\zeta + A_2 + \frac{A_3}{\zeta}$,

B) $\frac{dz}{d\zeta} = B_1 + \frac{B_2}{\zeta} + \frac{B_3}{\zeta^2}$,

C) $\frac{dz}{d\zeta} = C_1 + \frac{C_2}{\zeta} + \frac{C_3}{\zeta-\zeta'} + \frac{C_4}{(\zeta-\zeta')^2}$,

D) $\frac{dz}{d\zeta} = \frac{D_1}{\zeta} + \frac{D_2}{\zeta-\zeta'} + \frac{D_3}{(\zeta-\zeta')^2} + \frac{D_4}{\zeta-\zeta''} + \frac{D_5}{(\zeta-\zeta'')^2}$,

woraus durch Integration:

A) $z = a_0 + a_1\zeta^2 + a_2\zeta + a_3\ln\zeta$,

B) $z = b_0 + b_1\zeta + b_2\ln\zeta + \frac{b_3}{\zeta}$,

C) $z = c_0 + c_1\zeta + c_2\ln\zeta + c_3\ln(\zeta-\zeta') + \frac{c_4}{\zeta-\zeta'}$,

D) $z = d_0 + d_1\ln\zeta + d_2\ln(\zeta-\zeta') + \frac{d_3}{\zeta-\zeta'} + d_4\ln(\zeta-\zeta'') + \frac{d_5}{\zeta-\zeta''}$.

Setzt man $\zeta = e^{wi}$, so wird die betrachtete Halbebene auf einen unendlich langen Streifen parallel der Axe des Imaginären von der Breite π abgebildet, dessen Seiten den Elektroden entsprechen. Nimmt man ihn zwischen den Punkten 0 und π an, so entspricht die Axe des Imaginären der Elektrode mit kleinerer Abscisse.

Es wird nun:

A) $z = a_0 + a_1 e^{2wi} + a_2 e^{wi} + a_3 wi$,

B) $z = b_0 + b_1 e^{wi} + b_2 wi + b_3 e^{-wi}$,

C) $z = c_0 + c_1 e^{wi} + c_2 wi + c_3\ln(e^{wi}-\zeta') + \frac{c_4}{e^{wi}-\zeta'}$,

D) $z = d_0 + d_1 wi + d_2\ln(e^{wi}-\zeta') + \frac{d_3}{e^{wi}-\zeta'} + d_4\ln(e^{wi}-\zeta'') + \frac{d_5}{e^{wi}-\zeta''}$.

Es ist zu vermuthen, dass z überall als eindeutige Function von w darstellbar sein wird. Dann müssen die Coefficienten der Logarithmen verschwinden. Nach dem Gesetze der Spiegelung muss z die Bedingungen erfüllen:

1) $z(w + 2\pi) = z(w) + 2E$,

2) $\Re[z(vi)] = \text{const}$, $\Re[z(\pi + vi)] = \text{const}$.

Aus 1) folgt

$$2E = a_3 . 2\pi i = b_2 . 2\pi i = c_2 . 2\pi i = d_1 . 2\pi i.$$

Aus 2) folgt, dass alle übrigen multiplicativen Constanten rein imaginär werden. Bezeichnet man durch griechische Buchstaben reelle Grössen, so kann man also schreiben:

$$\text{A)}\quad z = a_0 + i\left\{\alpha_1 e^{2wi} + \alpha_2 e^{wi}\right\} + \frac{E}{\pi} w,$$

$$\text{B)}\quad z = b_0 + i\left\{\beta_1 e^{wi} + \beta_2 e^{-wi}\right\} + \frac{E}{\pi} w,$$

$$\text{C)}\quad z = c_0 + i\left\{\gamma_1 e^{wi} + \frac{\gamma_2}{e^{wi} - \zeta'}\right\} + \frac{E}{\pi} w,$$

$$\text{D)}\quad z = d_0 + i\left\{\frac{\delta_1}{e^{wi} - \zeta'} - \frac{\delta_2}{e^{wi} - \zeta''}\right\} + \frac{E}{\pi} w.$$

Um die Vorzeichen der Coefficienten zu bestimmen, hat man für alle im Endlichen und im Unendlichen gelegenen Stellen der beiden Geraden $w = vi$ und $w = \pi + vi$, für die $z = \infty$ wird, die Art des ∞ gross Werdens zu untersuchen (vergl. die Figuren).

Mit Rücksicht darauf, dass $\zeta' < 0 < \zeta''$, ergiebt sich, dass α_1, β_1, β_2, γ_1, γ_2, δ_1, δ_2 alle positiv sind. Das Vorzeichen von α_2 bleibt unbestimmt.

Ersetzt man w durch $w + v'i$, so wird der Punkt $w = 0$ auf der Axe des Imaginären verschoben. Man kann nun v' folgenden Bedingungen gemäss bestimmen:

A) $e^{-2v'} = \frac{1}{\alpha_1}$; B) $e^{2v'} = \frac{\beta_1}{\beta_2}$;

C) $e^{v'} = -\frac{1}{\zeta'}$; D) $e^{-2v'} = -\zeta'\zeta''$ und $\zeta''\cdot e^{v'} = e^{m}$.

Dann werden die Functionen nach Einführung neuer Coefficienten:

$$\text{A)}\quad z = A_0 + i\left\{e^{2wi} + 2\alpha e^{wi}\right\} + \frac{E}{\pi} w,$$

$$\text{B)}\quad z = B_0 + i\beta\frac{e^{wi} + e^{-wi}}{2} + \frac{E}{\pi} w = B_0 + i\beta\cos w + \frac{E}{\pi} w \qquad (\beta > 0),$$

$$\text{C)}\quad z = C_0 + i\left\{\gamma_1 e^{wi} + \frac{\gamma_2}{e^{wi} + 1}\right\} + \frac{E}{\pi} w \qquad (\gamma_1 > 0,\ \gamma_2 > 0),$$

$$\text{D)}\quad z = D_0 + i\left\{\frac{\delta_1}{e^{wi} + e^{-m}} - \frac{\delta_2}{e^{wi} - e^{m}}\right\} + \frac{E}{\pi} w \qquad (\delta_1 > 0,\ \delta_2 > 0).$$

Abgesehen von E und den additiven Constanten sind in A) und B) noch je eine, in C) zwei, in D) drei willkürliche reelle Constanten enthalten, also genau so viel, als zur Bestimmung der Figuren der z-Ebene, wenn vom Maassstab abgesehen wird, erforderlich sind.

Für die Fälle A) und B) lässt sich leicht nachweisen, dass es stets möglich ist, die willkürliche Constante den Bedingungen der Aufgabe gemäss zu bestimmen.

A) Zur Bestimmung der Elektrodenenden dient die Gleichung:

$$\frac{dz}{dw} = -2\zeta^2 - 2\alpha\zeta + \frac{E}{\pi} = 0,$$

woraus $$\zeta_1 = -\frac{\alpha}{2} + \sqrt{\frac{\alpha^2}{4} + \frac{E}{2\pi}}, \quad \zeta_3 = -\frac{\alpha}{2} - \sqrt{\frac{\alpha^2}{4} + \frac{E}{2\pi}},$$

da $\zeta_1 > 0$, $\zeta_3 < 0$ sein muss. Durch Einsetzen erhält man:

$$z_3 - z_1 = i(\zeta_3^2 - \zeta_1^2) + 2\alpha i(\zeta_3 - \zeta_1) + \frac{E}{\pi} \ln \frac{\zeta_3}{\zeta_1},$$

$$z_3 - z_1 = -\alpha i \sqrt{\alpha^2 + \frac{2E}{\pi}} + \frac{E}{\pi i} \ln \frac{\pi}{2E}\left(\alpha + \sqrt{\alpha^2 + \frac{2E}{\pi}}\right)^2 + E.$$

Für $\alpha = -\infty$ wird $z_3 - z_1 - E = +\infty i$.

Für $\alpha = 0$ wird $z_3 - z_1 - E = 0$. Fig. 65.

Für $\alpha = +\infty$ wird $z_3 - z_1 - E = -\infty i$.

Da $z_3 - z_1 - E$ eine stetige Function von α ist, so muss für jeden imaginären Werth von $z_3 - z_1 - E$ mindestens ein reeller Werth von α existiren, der jener Gleichung genügt. Dass nur ein Werth von α existirt, folgt daraus, dass

$$\frac{\partial}{\partial \alpha}\left(\frac{z_3 - z_1 - E}{i}\right) = -2\sqrt{\alpha^2 + \frac{2E}{\pi}}$$

für alle reellen Werthe von α negativ ist.

B) Aus

$$\frac{dz}{dw} = -i\beta \sin w + \frac{E}{\pi} = 0$$

folgen zwei Werthe, w_1 und $w_4 = \pi - w_1$. Es ist

$$i \sin w_1 = \frac{e^{w_1 i} - e^{-w_1 i}}{2} = \frac{E}{\beta\pi}$$

positiv, also $w_1 i$ und $\cos w_1$ positiv. Nun wird

$$z_4 - z_1 = i\beta(\cos w_4 - \cos w_1) + \frac{E}{\pi}(w_4 - w_1),$$

$$z_4 - z_1 = -2\beta i \cos w_1 + \frac{E}{\pi}(\pi - 2w_1),$$

$$z_4 - z_1 = -2\beta i \sqrt{1 + \frac{E^2}{\beta^2\pi^2}} - \frac{2E}{\pi i} \ln\left(\frac{E}{\beta\pi} + \sqrt{1 + \frac{E^2}{\beta^2\pi^2}}\right) + E.$$

Für $\beta = \infty$ wird $z_4 - z_1 - E = -\infty i$.

Für $\beta = 0$ wird $z_4 - z_1 - E = +\infty i$.

Da $z_4 - z_1 - E$ für positive Werthe von β stetig ist, so muss für jeden imaginären Werth von $z_4 - z_1 - E$ mindestens ein positiver Werth von β existiren, der jener Gleichung genügt. Dass nur einer existirt, folgt daraus, dass

$$\frac{\partial}{\partial \beta}\left(\frac{z_4 - z_1 - E}{i}\right) = -\frac{2}{\beta}\sqrt{\beta^2 + \frac{E^2}{\pi^2}}$$

für jeden positiven Werth von β negativ ist. —

Wie früher lässt sich hier in allen vier Unterfällen von IX. der Schwerpunkt der zwei, drei bez. vier Elektrodenenden berechnen. Die Grössen Σz_k sind nämlich Functionen ganzer symmetrischer Functionen der Grössen ζ_k, d. h. der Wurzeln der zugehörigen Gleichungen $\frac{dz}{dw} = F(\zeta) = 0$, und daher einfach ausdrückbar durch die Coefficienten dieser Gleichungen.

Auf diese Weise ergiebt sich:

A) $\frac{z_1+z_3}{2} = A_0 + \frac{E}{2} + \frac{Ei}{2\pi}\left(1 - \ln\frac{E}{2\pi}\right) - \frac{\alpha^2 i}{2}$.

B) $\frac{z_1+z_4}{2} = B_0 + \frac{E}{2}$,

C) $\frac{z_1+z_3+z_4}{3} = C_0 + \frac{i}{3}\left\{\frac{E}{\pi}\left(1 - \ln\frac{E}{\pi\gamma_1}\right) - 2\gamma_1 + \gamma_2\right\}$,

D) $\frac{z_1+z_2+z_3+z_4}{4} = D_0 + \frac{E}{2} + \frac{i}{4}\cdot\frac{\delta_1(3+e^{m}) + \delta_2(3+e^{-m})}{e^{m}+e^{-m}}$.

Es bleibt das Verhalten der Spannungs- und Strömungscurven in der Nähe der Unendlichkeitsstellen zu betrachten.

Für $\lim v = +\infty$ erhält man in A), C), D): $z = \frac{E}{\pi}(u+vi) + \ldots$, also parallele Gerade; in B): $z = \frac{i\beta}{2}e^{-ui+v} + \ldots$, also eine concentrische Kreisschaar mit dem orthogonalen Strahlenbüschel.

Für $\lim v = -\infty$ erhält man in B) und C) dasselbe wie vorher, in A): $z = ie^{2ui-2v} + \ldots$, in C): $z = i\gamma_1 e^{ui-v} + \ldots$, also concentrische Kreisschaaren mit orthogonalen Strahlenbüscheln.

Setzt man in C) $w = \pi + u + vi$ (wo u und v sehr klein sind), so wird $z - c = \frac{i\gamma_2}{1-e^{ui-v}}$. Durch Eliminirung von u bez. v ergiebt sich, ebenso wie in den analogen Fällen in D), eine Doppelschaar von Kreisen, die durch einen Punkt gehen. —

Fig. 38. B') „Die Elektroden liegen in einer Geraden.“ —

Dann wird $E = 0$, also

$$z = B_0 + i\beta\cos w.$$

Bei einer Drehung der w-Ebene um 90° wird die Function identisch mit der unter VII. C) gefundenen. Das Strömungsnetz geht durch Vertauschung von Spannungs- und Strömungscurven aus jenem hervor. —

Fig. 39. D') „Es trete eine zu den Elektroden senkrechte Symmetrieaxe auf.“ —

Es ist zu vermuthen, dass diese eine Strömungslinie durch die auf beiden Seiten der Elektroden liegenden unendlich fernen Punkte darstellen wird, dass

also die beiden durch diese Punkte gehenden Strömungslinien des Falles D) hier zusammenfallen. Dann müssen die zu $z = \infty$ gehörigen Werthe von w, nämlich $w = \frac{m}{i}$ und $w = \pi - \frac{m}{i}$ gleiche imaginäre Bestandtheile besitzen, d. h. es muss $m = 0$ sein. Die abbildende Function wird, wenn man den Punkt $z = 0$ in den Schwerpunkt der vier Elektrodenenden verlegt:

$$z = i\left\{\frac{\vartheta_1}{e^{wi}+1} - \frac{\vartheta_2}{e^{wi}-1}\right\} + \frac{E}{\pi}w - \frac{E}{2} - i\frac{\vartheta_1+\vartheta_2}{2}$$

oder auch

$$z = \frac{\vartheta_1}{2}\operatorname{tg}\frac{w}{2} - \frac{\vartheta_2}{2}\operatorname{cotg}\frac{w}{2} + \frac{E}{\pi}w - \frac{E}{2}.$$

In der That entsprechen hier reellen Werthen von w solche von z. —

D″) „Es trete eine zweite, den Elektroden parallele Symmetrieaxe auf.“ — Fig. 40, 67.

Es ist zu vermuthen, dass dies eine Spannungscurve sein wird. Dann folgt aus dem Satze der Spiegelung:

$$z(vi + \pi) - z(vi) = E.$$

Daraus ergiebt sich, dass, welchen Werth auch v annehme, $2\frac{\vartheta_1 - \vartheta_2}{e^{-v} - e^{v}} = 0$, also $\vartheta_1 = \vartheta_2$ sein muss. Setzt man $w = W + \frac{\pi}{2}$, so wird

$$z = \frac{E}{\pi}W + \vartheta_1 \operatorname{tg} W \qquad (\vartheta_1 > 0).$$

Der Beweis der Möglichkeit, die Constanten der Function nach den Bedingungen der Aufgabe zu bestimmen, lässt sich so führen: Aus

$$\frac{dz}{dW} = \frac{E}{\pi} + \frac{\vartheta_1}{\cos^2 W_k} = 0$$

folgt, da $W_k = \varepsilon_k\frac{\pi}{2} + V_k i$ (wo $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 1$, $\varepsilon_3 = \varepsilon_4 = -1$):

$$\vartheta_1 = -\frac{E}{\pi}\cos^2 W_k = \frac{E}{\pi}\left(\frac{e^{V_k} - e^{-V_k}}{2}\right)^2.$$

Setzt man ϑ_1 ein, so wird die Function:

$$z = \frac{E}{\pi}\left\{W - \cos^2 W_k \operatorname{tg} W\right\}.$$

Für $W = W_k$ erhält man das Elektrodenende:

$$z_k = \frac{E}{2\pi}\left\{2W_k - \sin 2W_k\right\} = \varepsilon_k\frac{E}{2} + \frac{Ei}{2\pi}\left\{2V_k + \frac{e^{2V_k} - e^{-2V_k}}{2}\right\}.$$

Wenn $V_k = 0$ $(\vartheta_1 = 0)$, so wird $z_k = \varepsilon_k \cdot \frac{E}{2} = 0$.

Wenn $V_k = \pm\infty$ $(\vartheta_1 = +\infty)$, so wird $z_k - \varepsilon_k \cdot \frac{E}{2} = \pm\infty i$.

Da $z_k - \varepsilon_k \frac{E}{2}$ eine stetige Function von V_k ist, so existirt für jeden vorgeschriebenen imaginären Werth dieser Summe mindestens ein Werth von V_k, der die Gleichung befriedigt. Da

$$\frac{\partial}{\partial V_k}\left(\frac{z_k - \varepsilon_k \cdot \frac{E}{2}}{i}\right) = \frac{E}{\pi}\left\{1 + \frac{e^{2V_k} + e^{-2V_k}}{2}\right\} = \frac{E}{2\pi}(e^{V_k} + e^{-V_k})^2$$

stets positiv ist, so giebt es nur einen zugehörigen Werth von V_k. —

X. „Die Elektroden mögen eine Strecke gemeinsam haben in der Art, dass jede überall auf demselben Ufer der andern liegend zu denken ist.“ —

Setzt man die Längen der Elektroden zunächst als endlich voraus, so sind zwei Hauptfälle zu unterscheiden:

Fig. 41. X. A) „Die Enden einer Elektrode liegen beide zwischen den Enden der andern.“ —

Fig. 42. X. B) „Je ein Ende der einen Elektrode liege zwischen den Enden der andern.“ —

Ohne Beeinträchtigung der Allgemeinheit kann man in beiden Fällen die äussersten Enden in die Punkte $z = \pm i$ verlegt denken. Denkt man sich die z-Ebene längs der Elektroden aufgeschnitten, so kann man den nicht aufFig. 43, 44. geschnittenen Theil zusammenhängend auf die Fläche eines mit dem Radius 1 um den Punkt $\zeta = 0$ beschriebenen Kreises abbilden, indem man setzt

$$z = \frac{1}{2}\left(\zeta - \frac{1}{\zeta}\right).$$

Der doppelten Strecke $\pm i$ der z-Ebene entspricht dann die einfache Kreislinie. Den Punkten $z = \pm i$ entsprechen die Punkte $\zeta = \pm i$. Im Falle A) entsprechen die beiden Kreisbogen zwischen ζ_3 und ζ_4, im Falle B) die zwischen ζ_3 und ζ_2 den verschiedenen Elektroden. Durch reciproke Radien kann man den

Fig. 45. Kreis auf eine Halbebene $\Re(Z) > 0$ so abbilden, dass Z für $\zeta = \zeta_3$ unendlich gross wird, während dem Punkte $Z = 0$ im Falle A) $\zeta = \zeta_1$, im Falle B) $\zeta = \zeta_2$ entspricht.

Setzt man $\zeta = \varrho \cdot e^{\varphi i}$, so wird

A) $Z = i e^{\frac{\varphi_1 - \varphi_3}{2} i} \cdot \frac{\zeta - \zeta_4}{\zeta - \zeta_3}$.

B) $Z = i e^{\frac{\varphi_1 - \varphi_3}{2} i} \cdot \frac{\zeta - \zeta_2}{\zeta - \zeta_3}$.

Setzt man endlich $Z = -i e^{-wi}$, so wird die Halbebene auf einen unendlich langen Parallelstreifen in der w-Ebene parallel der Axe des Imaginären abgebildet, in dem den Spannungs- und Strömungscurven gerade Linien entsprechen. In Folge der Gleichung: Fig. 45.

$$z_k = \frac{1}{2}\left(\zeta_k - \frac{1}{\zeta_k}\right) = i \sin \varphi_k$$

wird für A):

$$z = \frac{z_3 e^{-wi} + 2i \sin \frac{\varphi_3 + \varphi_4}{2} + z_1 e^{wi}}{e^{wi} + 2 \cos \frac{\varphi_3 - \varphi_4}{2} + e^{wi}}.$$

φ_3 und φ_4 können darin mit Rücksicht auf die willkürlich angenommenen Ungleichungen $\frac{\pi}{2} \leqq \varphi_4 \leqq \varphi_3 \leqq \frac{3\pi}{2}$ eindeutig als Functionen von z_3 und z_1 bestimmt werden. Der Cosinus ist hier nie negativ.

Ferner wird für B):

$$z = \frac{z_1 e^{-wi} + 2i \sin \frac{\varphi_3 + \varphi_2}{2} + z_2 e^{wi}}{e^{-wi} + 2 \cos \frac{\varphi_3 - \varphi_2}{2} + e^{wi}},$$

wo für φ_3 und φ_2 etwa die Ungleichungen gelten sollen $-\frac{\pi}{2} \leqq \varphi_2 \leqq \frac{\pi}{2} \leqq \varphi_3 \leqq \frac{3\pi}{2}$. Der Sinus ist hier nie negativ.

Die Möglichkeit, die Constanten der Function eindeutig nach den Bedingungen der Aufgabe zu bestimmen, erhellt daraus, dass sie eindeutig durch die Constanten, die die Figuren bestimmen (z_3, z_4 bez. z_3, z_2) ausgedrückt werden können. —

„Es existire in A) eine Symmetrieaxe, in B) ein Mittelpunkt der Symmetrie.“ —

A′) Hier ist $z_3 = -z_4$, also $\varphi_3 = 2\pi - \varphi_4$; folglich wird: Fig. 46, 68.

$$z = \frac{z_4 i \sin w}{\cos w + \sqrt{1 + z_4^2}}.$$

Da zu reellen Werthen von w solche von z gehören, so entsprechen auch conjugirten Werthen von w solche von z. Die Symmetrieaxe stellt eine Strömungslinie dar. Da nun A) sich aus A′) durch reciproke Radien herleiten lässt, so ist in A) allgemein eine Strömungslinie kreisförmig. —

B′) Hier ist $z_3 = -z_2$, also $\varphi_3 = \pi + \varphi_2$; folglich wird: Fig. 47.

$$z = i \frac{z_2 \sin w + \sqrt{1 + z_2^2}}{\cos w}.$$

Setzt man $w = \overline{w} - \frac{\pi}{2}$, so wird $z(\overline{w}) = -z(-\overline{w})$. —

Fig. 48.

A″) „Es werde in A′) $z_4 = i$“. —

B″) „Es werde in B′) $z_2 = i$“. —

Dann wird in beiden Fällen $z = -\operatorname{tg} w$.

Das Strömungsnetz geht in eine Steinersche Kreisschaar über. Man erhält dieselbe Figur, zu welcher zwei punktförmige Elektroden in den Punkten $\pm i$ führen, wenn man Spannungs- und Strömungscurven vertauscht. —

Nimmt man jetzt an, dass eine oder beide Elektroden sich nach einer oder nach zwei Richtungen ins Unendliche erstrecken, so erhält man acht durch die Figuren veranschaulichte Unterfälle, von denen die vier ersten sich durch
Fig. 49. reciproke Radien aus A) herleiten lassen, wenn man den Transformations-
mittelpunkt der Reihe nach in z_1, z_3 oder auf den Strecken $z_1 z_3$, $z_3 z_4$ an-
Fig. 50. nimmt, die vier letzten aus B), wenn man ihn der Reihe nach in z_1, z_3, oder auf den Strecken $z_1 z_3$, $z_3 z_2$ annimmt. —

Fig. 51.

XI. „Die eine Elektrode sei punktförmig und rücke unendlich nahe an die andere heran.“ —

Man kann die Endpunkte der letzteren zunächst wieder in die Punkte $z = \pm i$ verlegen. Dann wird durch die Function

$$z = \frac{1}{2}\left(\zeta - \frac{1}{\zeta}\right)$$

Fig. 52. die z-Ebene so auf eine Kreisfläche abgebildet, dass der zwischen $+i$ liegenden Elektrode die ganze Peripherie entspricht. Den Kreis kann man
Fig. 45. auf eine Halbebene $\Re(Z) > 0$ abbilden, so dass der punktförmigen Elektrode der Punkt $Z = \infty$ entspricht, indem man setzt:

$$Z = \frac{a\zeta + b}{\zeta - \zeta_3}.$$

In der Halbebene entsprechen dann den Spannungs- und Strömungscurven gerade Linien. Setzt man $b = a\zeta_3$, so wird $Z = 0$ für $\zeta = -\zeta_3$. Es ist zu vermuthen, dass dem durch die Punkte $\zeta = \pm\zeta_3$ gehenden Kreisdurchmesser eine Strömungslinie, also in der Z-Ebene die Axe des Reellen entsprechen wird. Soll $Z = 1$ für $\zeta = 0$ werden, so wird

$$Z = \frac{\zeta_3 + \zeta}{\zeta_3 - \zeta}.$$

Setzt man $\zeta_3 = e^{\eta_3 i}$ und bestimmt, dass die punktförmige Elektrode auf dem der positiven x-Axe entsprechenden Ufer der andern liegen soll, dass also

$\frac{\pi}{2} \leqq \varphi_3 \leqq \frac{3\pi}{2}$, so wird $i \sin \varphi_3 = z_3$, $\cos \varphi_3 = -\sqrt{1+z_3^2}$, und es folgt:

$$z = \frac{z_3 Z^2 + 2\sqrt{1+z_3^2} \cdot Z + z_3}{Z^2 - 1}.$$

Die Constante der Function stimmt mit der die Figur bestimmenden überein. Man überzeugt sich leicht, dass zu $Z = \infty$ wirklich $z = z_3$, und zu imaginären Werthen von Z solche von z zwischen $+i$ und $-i$ gehören. —

XI. A) Für $z_3 = -i$ wird $z = i\frac{1+Z^2}{1-Z^2}$. Fig. 53.

Dieser Fall ist auch aus VII. B) und V. A‴) herzuleiten. —

XI. B) Für $z_3 = 0$ wird $z = \frac{2Z}{Z^2-1}$. Fig. 54, 69.

Da hier eine Strömungscurve geradlinig wird, so tritt allgemein in XI. eine kreisförmige Strömungscurve auf. —

Die Fälle, in denen die eine Elektrode sich nach einer oder nach zwei Richtungen ins Unendliche erstreckt, während die punktförmige im Endlichen Fig. 55. oder unendlich fern liegt, sind durch reciproke Radien aus den vorhergehenden zu erhalten, indem man den Transformationsmittelpunkt der Reihe nach etwa in z_2, oder auf der Strecke $z_2 z_3$, oder in z_3 annimmt.

A′) Setzt man z. B. im Falle A) $Z = a\frac{z-i}{z+i} = aZ^2$, so erhält man Fig. 55, f. den Fall einer Doppelschaar von Parabeln. (Vergl. VII. D). —

B′) Setzt man in B) $Z = \frac{a}{z} = \frac{a}{2}\left(Z - \frac{1}{Z}\right)$, so erhält man den Fall, in Fig. 55, e. dem eine Elektrode die Verlängerungen einer endlichen Strecke darstellt, während die andere unendlich fern liegt. —

Die durch Fig. 56 bis 59 dargestellten Fälle lassen sich durch Vertauschung von Spannungs- und Strömungscurven auf den Fall einer oder zweier punktförmiger Elektroden zurückführen. Der durch Fig. 60 dargestellte Fall ergiebt eine Doppelschaar gerader Linien. —

Anfertigung der Zeichnungen.

Zur Veranschaulichung des Strömungsnetzes sind für eine Reihe von Fällen einige Spannungs- und Strömungscurven in der Weise gezeichnet worden, dass die ihnen in der Ebene des Arguments entsprechenden Geraden den abgebildeten Bereich in Quadrate eintheilen. Für die Figuren 61 bis 68 sind die Schnittpunkte der beiden Curvenschaaren durch numerische Rechnung

ermittelt, für Fig. 69 sind sie durch Transformation mittelst reciproker Radien aus der Fig. 9 der Dissertation des Herrn Hans Meyer mit Cirkel und Lineal construirt. Für Fig. 64 wurden nach einer geeigneten Umformung der abbildenden Function die für Fig. 61 gefundenen numerischen Resultate benutzt.

Die Constanten der Functionen sind nach verschiedenen Gesichtspunkten gewählt. In allen Fällen sind die auf Symmetrieaxen liegenden Curven und diejenigen, die sich durch ihre Erstreckung ins Unendliche vor den andern Curven der betreffenden Schaar auszeichnen, mitgezeichnet worden. In Fig. 61 zeigte sich, dass für $\omega_1 = \frac{\pi}{2}$ die Werthe

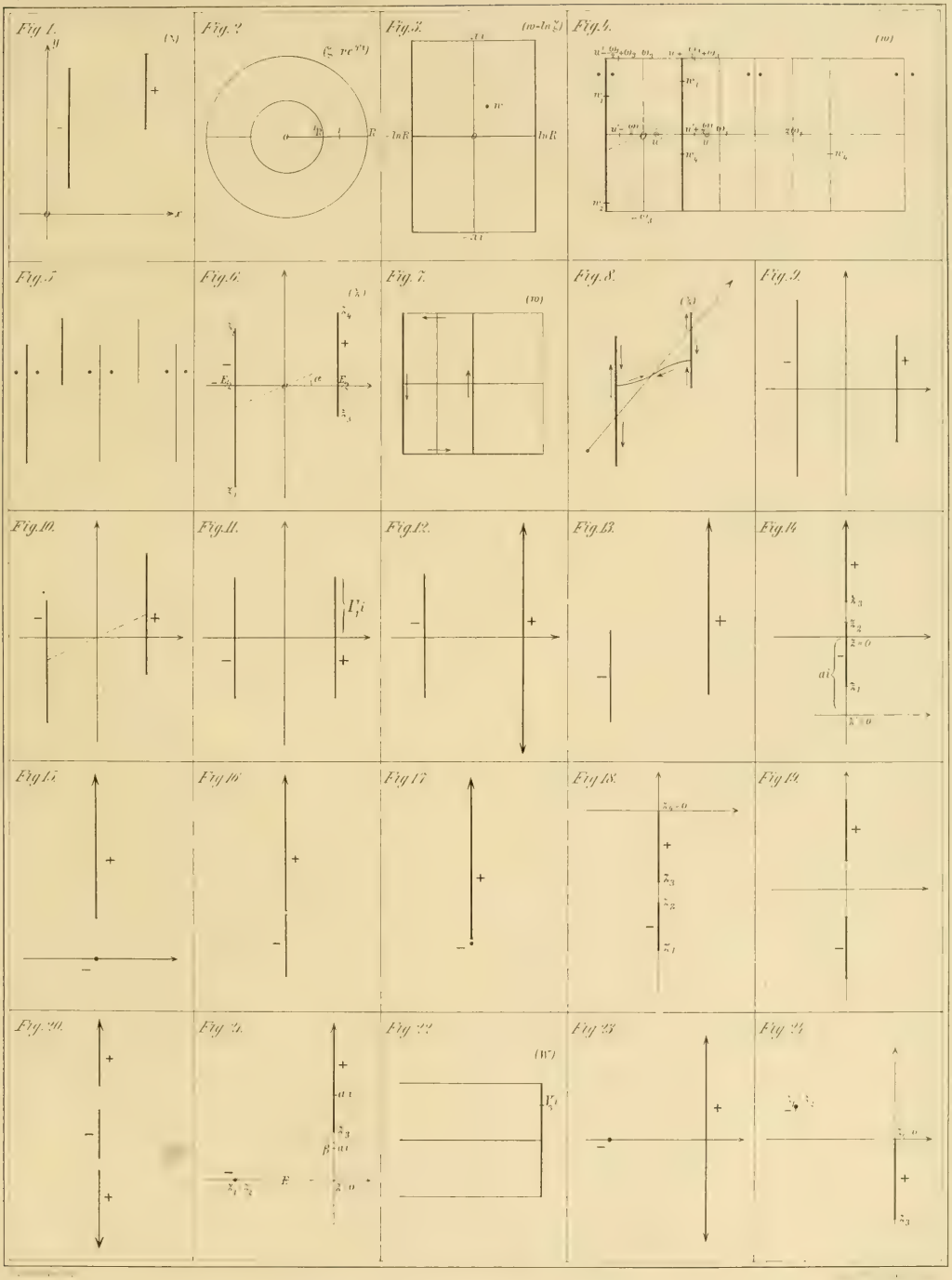
$$z_1 = \mathrm{E}\{0{,}5 + 0{,}45186 \,.\, \mathrm{i}\} \text{ und } z(\omega_1 - \tfrac{3}{8}\omega_3) = \mathrm{E}\{0{,}5 + 0{,}45193 \,.\, \mathrm{i}\}$$

nahe übereinstimmen, so dass zwei der zu zeichnenden Strömungslinien nahezu durch die Elektrodenenden gehen. In Fig. 63 ist die kreisförmige Strömungscurve zur Darstellung gebracht. Hier liegt das Strömungsnetz im Innern des Kreises symmetrisch in Bezug auf den Kreis gegen das im Aeussern des Kreises. In den Fig. 65 bis 67 und 69 sind die durch die Elektrodenenden gehenden Strömungscurven mitgezeichnet. In Fig. 64 war dies nur für das eine Paar derselben ausführbar.

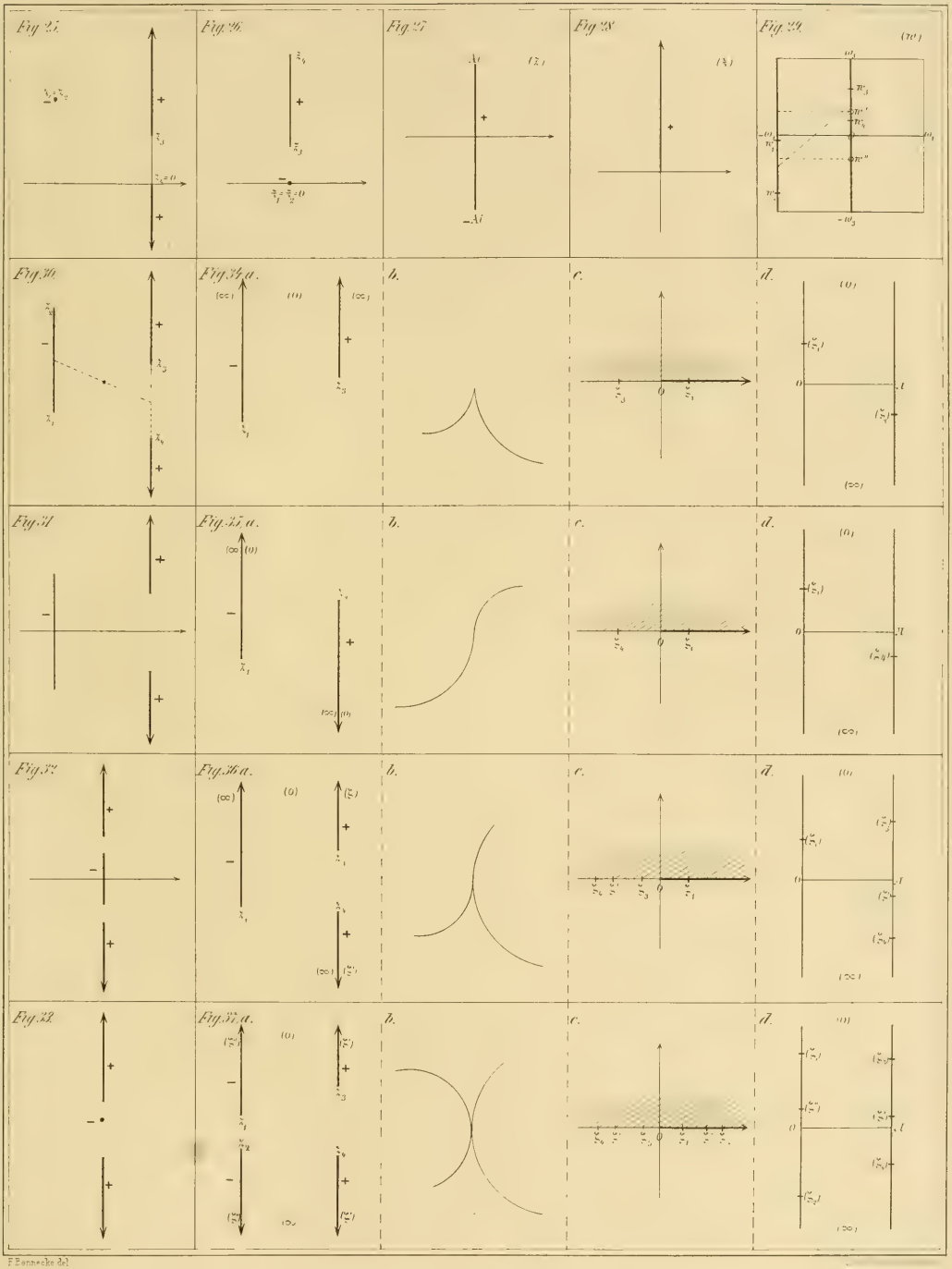
Viele der in vorliegender Arbeit behandelten Specialfälle sind schon früher untersucht worden und für eine Reihe von ihnen sind die entsprechenden Strömungsnetze durch Zeichnungen veranschaulicht. So sind z. B. in der Holzmüllerschen „Theorie der conformen Abbildungen" Zeichnungen vorhanden zu den durch folgende Figuren dargestellten Fällen:

Fig. 15(16)	58	28	60	23(59)	27(38)	19(20)	33(57)
Holzm. Fig. 35	8,12,38,40	33	8	12,42	38,60[a]	62	43

Alle diese Fälle, ausser dem letzten, finden sich in sehr genauer Ausführung dargestellt unter den von Herrn Neovius veröffentlichten Zeichnungen. Unter den zu den Sohnckeschen „Aufgaben aus der Integralrechnung" gehörigen Figuren sind auf Taf. V und XIII Zeichnungen zu den durch Fig. 27 (38) und 28 dargestellten Fällen enthalten. Endlich entsprechen die Figuren auf Taf. I, V, IX der Dissertation des Herrn Hans Meyer den Fig. 27 (38), 28 und 55. e.

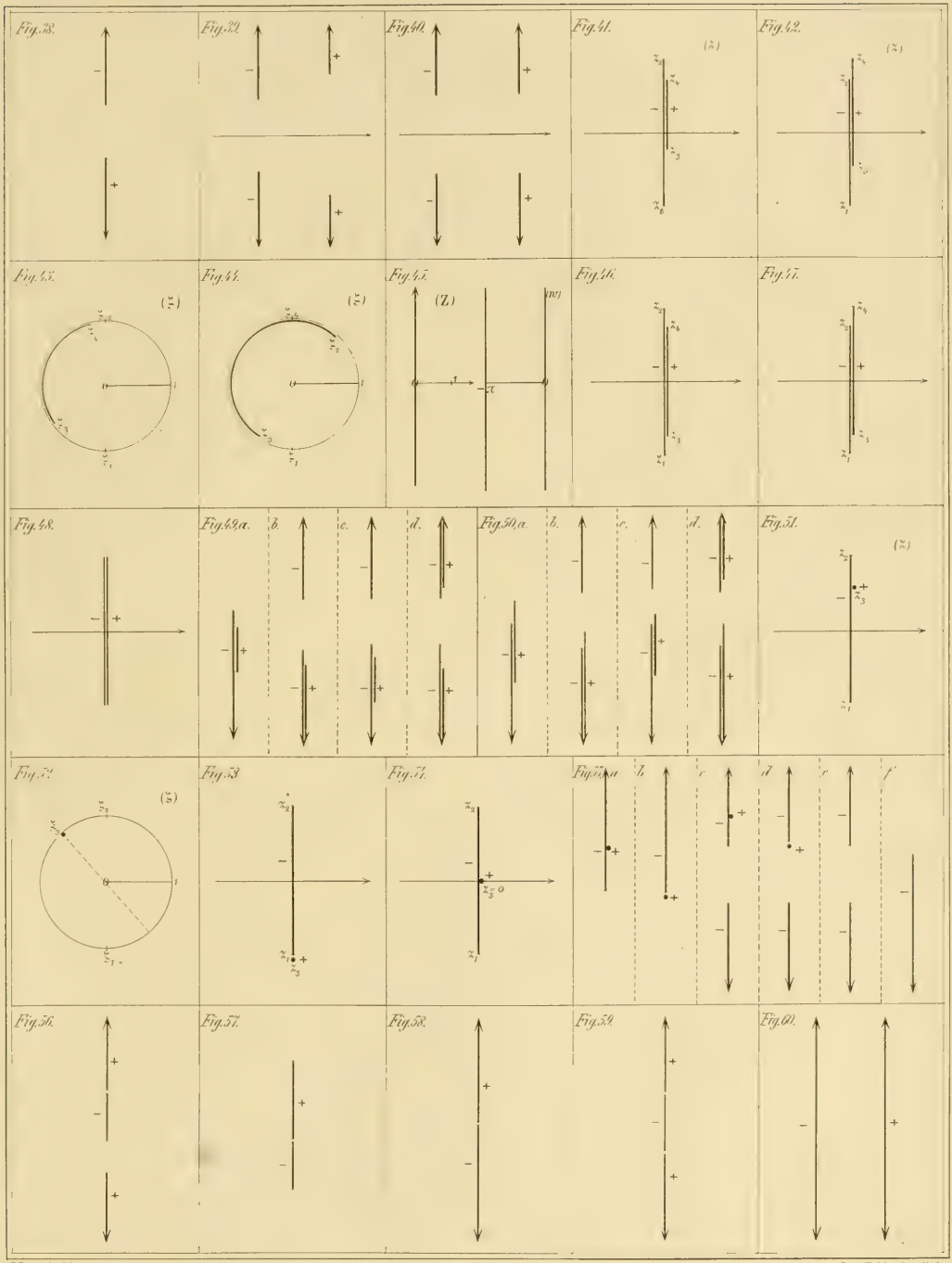


F. Bennecke: Stationäre elektrische Strömung. Taf. I.



F. Bennecke del.

F. Bennecke : Stationäre elektrische Strömung. Taf. 2.



F. Bennecke: Stationäre elektrische Strömung. Taf. 3.

Fig. 61.

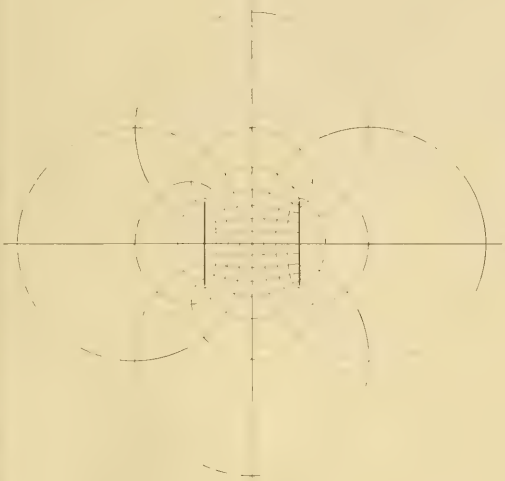


Abbildung eines Rechtecks mit den Seiten $2\omega_1 = \pi$ und $2\omega_3 = 2\pi i$ auf eine unendliche Ebene durch die Function:

$$z = \mathfrak{C}\left\{\frac{\sigma' w}{\sigma w} - \frac{\eta_3}{\omega_3} w\right\}.$$

Fig. 62.

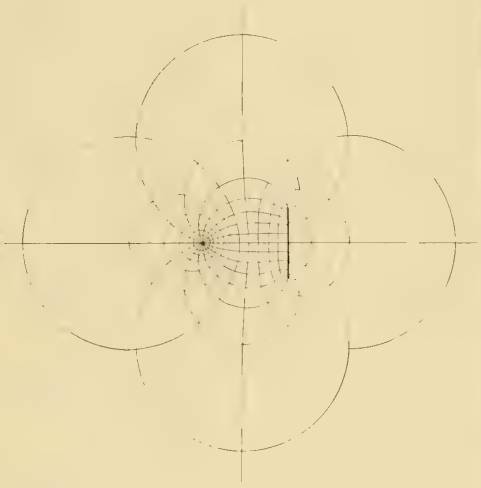


Abbildung eines nach einer Richtung unbegrenzten Parallelstreifens von der Breite $2\pi i$ auf eine unendliche Ebene durch die Function:

$$z = \frac{\mathfrak{C}}{2i}\left\{\operatorname{cotg}\frac{W+U'}{2i} + \operatorname{cotg}\frac{W-U'}{2i}\right\},\ U' = \frac{\pi}{2}.$$

Fig. 63.

Abbildung eines nach einer Richtung unbegrenzten Parallelstreifens von der Breite $2\pi i$ auf eine unendliche Ebene durch die Function.

$$z = \frac{\mathfrak{A}_1'}{2}\left\{\operatorname{cotg}\frac{W+U'}{2i} - \operatorname{cotg}\frac{W-U'}{2i}\right\},\ U' = \frac{\pi}{2}.$$

Fig. 64.

Abbildung eines Rechtecks mit den Seiten $\omega_1 = \frac{\pi}{2}$ und $2\omega_3 = 2\pi i$ auf eine unendliche Ebene durch die Function.

$$z = -\frac{\mathfrak{A}_1'}{2\mathfrak{C}}\bar{z}(w) - \frac{\mathfrak{A}_2'}{2\mathfrak{C}}\bar{z}(w+\omega_3);$$

$$\bar{z}(w) = \mathfrak{C}\left\{\frac{\sigma w - \eta_3}{\sigma w - \omega_3} w\right\},$$

$$\mathfrak{A}_1' + \mathfrak{A}_2' = -2\mathfrak{C};\ \mathfrak{A}_1' = \frac{19}{3}\mathfrak{C}.$$

F. Bennecke: Stationäre elektrische Strömung. Taf. 4.

Fig. 65.

Abbildung eines nach 2 Richtungen unbegrenzten Parallelstreifens von der Breite π auf eine unendliche Ebene durch die Function $z = i\left\{e^{2wi} + 2ae^{wi}\right\} + \frac{\zeta}{\pi}w$; $a = 0$.

Fig. 66.

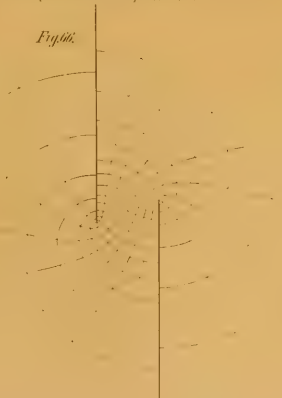


Abbildung eines nach 2 Richtungen unbegrenzten Parallelstreifens von der Breite π auf eine unendliche Ebene durch die Function: $z = \frac{Z}{\pi}\left\{W - \frac{\sin W}{\sin \gamma_1 i}\right\}$; $\gamma_1 = -\frac{\pi}{2}$.

Fig. 67.

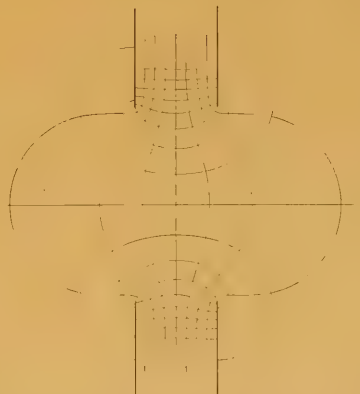


Abbildung eines nach 2 Richtungen unbegrenzten Parallelstreifens von der Breite π auf eine unendliche Ebene durch die Function: $z = \frac{Z}{\pi}\left\{W - \sin^2 \gamma_1 i \operatorname{tg} W\right\}$; $\gamma_1 = \frac{3\pi}{8}$.

Fig. 68.

Abbildung eines nach 2 Richtungen unbegrenzten Parallelstreifens von der Breite π auf eine unendliche Ebene durch die Function: $z = \frac{z_1 i \sin w}{\cos w + \frac{1}{2} i z_1} = \frac{\sin w \sin w'}{\cos w - \cos w'}$; $w' = \frac{7\pi}{10}$.

Fig. 69.

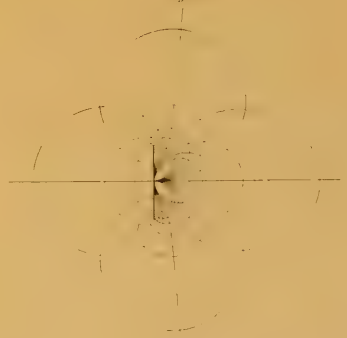


Abbildung einer Halbebene auf eine unendliche Ebene durch die Function $z = \frac{2Z}{Z^2 - 1}$.

F. Bennecke: Stationäre elektrische Strömung. Taf. 5.

NOVA ACTA
der Ksl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher
Band LI. Nr. 5.

Ueber

die Schutzeinrichtungen der Laubknospen dicotyler Laubbäume

während ihrer Entwickelung.

Von

Aug. Feist.
in Göttingen.

Mit 2 Tafeln Nr. XLV—XLVI.

Eingegangen bei der Akademie den 11. November 1885.

HALLE.
1887.
Druck von E. Blochmann & Sohn in Dresden.
Für die Akademie in Commission bei Wilh. Engelmann in Leipzig

Die Pflanzen stehen bekanntlich in ununterbrochener Wechselwirkung mit der sie umgebenden Aussenwelt, und diese gegenseitigen Beziehungen bedingen die Möglichkeit einer Störung ihres Organismus durch die Thiere und die klimatischen Verhältnisse. Diesen schädigenden Einflüssen sucht die Pflanze durch die Ausbildung zahlreicher Schutzvorrichtungen zu entgehen, die, ihrem Zwecke entsprechend, äusserst mannigfacher Natur sind.

Während in den letzten Decennien die Schutzmaassregeln für die Organe der Fortpflanzung und Assimilation durch die Arbeiten von Wiesner[1]) und Kerner[2]) bekannt geworden sind, harren derartige Vorkehrungen für nicht minder wichtige Theile, die Knospen, die den Habitus der ganzen Pflanze bestimmen, und von deren Erhaltung während der Winterruhe das Leben des Individuums überhaupt abhängt, einer eingehenden Untersuchung. Diesem Mangel soll die vorliegende Arbeit nur zum Theil abhelfen, indem an den einheimischen, dicotylen Laubbäumen die Schutzmittel beschrieben werden sollen, welche die durch die Elementarereignisse hervorgerufenen Nachtheile nahezu compensiren.

Ueber diesen Punkt ist in den neueren wie älteren botanischen Handbüchern wenig mehr gesagt, als dass gegen Ende des Sommerwachsthums an einem Spross Niederblätter zur Umhüllung des Vegetationspunktes ausgebildet werden, und dass die jungen Zweiganlagen ebenfalls mit einer Niederblattformation beginnen. Hofmeister[3]) macht diesen allgemeinen Bemerkungen

[1]) Wiesner, Die natürlichen Einrichtungen zum Schutze des Chlorophylls, Wien 1876.

[2]) Kerner, Ueber die Schutzeinrichtungen der Blüthen etc., Wien 1876.

[3]) Hofmeister, Physiologische Botanik, Bd. I, pag. 542.

gegenüber zuerst einen Unterschied in den Umhüllungen der Zweigknospen; er stellt den geschuppten, mit Niederblättern versehenen Knospen die nackten, nur von Laubblättern umgebenen, entgegen. Erst Wiesner[1]) erwähnt auch die Uebernahme einer Schutzfunction durch den Blattstiel in seinem Lehrbuche, indem die Knospen der *Philadelphaceen*, von *Platanus* u. a. von dem Basaltheile des Petiolus kappenförmig umhüllt sind. Auf die Erwähnung dieser Eigenthümlichkeit beschränkt sich auch Goebel[2]).

Von specielleren Bearbeitungen über Knospen sei zuerst der Mittheilung Ohlerts[3]) gedacht, die sich nur über die Stellungsverhältnisse und die Zahl der Schuppenblätter verbreitet, sowie das Fehlen der Terminalknospe an verschiedenen Pflanzen constatirt.

Rein descriptiv behandelt Henry[4]) in einer grösseren Arbeit die Laubknospen vieler Bäume mit grosser Treue, aber dieser sehr fleissigen Arbeit fehlen die entwickelungsgeschichtlichen Nachweise, und sie lässt eine grosse Zahl eigenthümlicher Schutzvorrichtungen ausser Acht.

Wie schon Henry an *Platanus* einen Schutz durch die kappenförmige Umhüllung des Blattstieles erwähnt, so versucht Benjamin[5]) die Entwickelungsgeschichte dieses Gebildes und der tutenförmigen Hüllorgane der Knospen zu geben, aber die Angaben dieses Autors basiren auf gänzlich unrichtigen Beobachtungen.

Ebenfalls giebt Hartig[6]) eine Notiz über die allseitig geschlossenen Hüllen der Laubknospen von *Salix* und *Magnolia*, die übrigens Henry genau beschrieben hat.

Gelegentlich einer anderen Untersuchung erwähnt Wiesner[7]) die schon Benjamin[8]) bekannte, intrapetiolare Lagerung der Knospen der *Philadelphaceen*

[1]) Wiesner, Elemente der wissenschaftlichen Botanik, Bd. II, pag. 28.

[2]) Goebel, Grundzüge der Systematik und vergleichenden Pflanzenmorphologie, pag. 18 und 511.

[3]) Ohlert, Einige Bemerkungen über die Knospen unserer Bäume, Linnaea 1837, pag. 632.

[4]) Henry, Knospenbilder, Ein Beitrag zur Kenntniss der Laubknospen und der Verzweigungsart der Pflanzen. Nova Acta der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher, Band 22, Pars 1, Nr. 5.

[5]) Benjamin, Ueber intrapetiolare Knospenbildung, Bot. Zeitg. 1852, pag. 201 u. f.

[6]) Hartig, Bot. Zeitg. 1855, pag. 223.

[7]) Wiesner, Untersuchungen über die herbstliche Entlaubung der Holzgewächse, Sitzungsberichte der Kais. Akademie zu Wien, Bd. 64, Abth. I, pag. 504.

[8]) Benjamin, l. c. pag. 220.

und hebt auch die Function der Trennungsschicht des Blattes als Schutzmittel im Winter bei diesen Sträuchern hervor.

Die Kenntniss über die Ausbildung des Blattstieles als Hüllorgan wird dann von Hildebrandt[1]) vermehrt, indem er derartige Eigenthümlichkeiten an mehreren Pflanzen nachweist; ferner beschreibt er die von der Rinde umwallten Knospen von *Actinidia*, während schon vor ihm Hansen[2]) auf die ähnlich geschützten Knospen von *Gleditschia* aufmerksam gemacht hat. Die von Hildebrandt gelieferte Entwickelungsgeschichte greift jedoch nicht auf die jüngsten Stadien der Knospenbildung zurück, und es wird auch nicht das Fehlen der Niederblätter an derartigen, im Sommer bedeckten Knospen hervorgehoben.

Ausser diesen Bearbeitungen finden sich noch einige gelegentliche Bemerkungen über die Schutzvorrichtungen an Knospen einiger Pflanzen bei anderen Autoren, so namentlich bei Hofmeister[3]), Goebel[4]) und Mikosch[5]). Der Stand unserer Kenntnisse über die Schutzvorkehrungen der Knospen lässt sich also ausser den wenigen erwähnten Fällen dahin zusammenfassen, dass besonders metamorphosirte Blätter im Verein mit den von Hanstein[6]) beschriebenen *Colleteren* die Erhaltung der Knospen während der Entwickelung übernehmen.

Der morphologische Werth derartiger Hüllblätter ist schon vielfach zu lösen versucht, so von Henry[7]), Goebel[8]) und Mikosch[9]). Auf diese Frage wird hier jedoch nicht eingegangen.

---

[1]) Hildebrandt, Ueber einige verborgene Zweigknospen, Bot. Centralblatt, Bd. V, Separatabdruck.

[2]) Hansen, Abhandlungen der Senckenb. Ges. XX., 1880, pag. 164. Vergl. Untersuchungen über Adventivbildungen.

[3]) Hofmeister, l. c.

[4]) Goebel, Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes, Bot. Zeitg. 1880, pag. 757 und 775.

[5]) Mikosch, Beiträge zur Anatomie und Morphologie der Knospendecken, Sitzungsberichte der Kais. Akademie, Bd. 74, pag. 752 und 748.

[6]) Hanstein, Ueber die harz- und schleimabsondernden Organe in den Laubknospen. Bot. Zeitg. 1868.

[7]) Henry, l. c.

[8]) Goebel, l. c.

[9]) Mikosch, l. c.

Es soll nun im Folgenden gezeigt werden, wie die einzelnen Vertreter der wichtigsten Familien ihre wichtigen Organe zu schützen wissen.

Caesalpineae.

Gegen Ende des Sommerwachsthums heben sich von dem einjährigen Sprosse von *Gymnocladus canadensis* über der Insertionsstelle des Blattes mehrere rostfarbene, warzenförmige, etwas tiefer liegende Stellen von verschiedener Grösse gegen das umgebende Stengelgewebe ab (Fig. 1). Ein Längsschnitt lässt sofort diese Partieen als die Knospen erkennen, die in einer tellerförmigen Vertiefung liegen, ohne dass der Knospengipfel selbst bedeckt ist (Fig. 2); ausserdem sind die umschliessenden Blätter dicht mit harzerfüllten, einzelligen Haaren besetzt.

Die Entwickelung dieses einfachen, aber gegen gröbere Eingriffe sehr wirksamen Schutzapparates geschieht nun schon sehr früh, während das zugehörige Tragblatt noch über den wachsenden Scheitel fasst.

Als langgezogene Protuberanzen werden die Knospen an dem Stamme dicht über der Insertionsstelle des Blattes in serialer Reihenfolge zu zwei oder drei angelegt (Fig. 3). Nachdem an der jungen Zweiganlage die ersten Blätter entstanden sind, beginnt das Rindengewebe, dessen Zellen sich noch lange theilungsfähig erhalten, ringwallförmig die Knospe zu umwachsen (Fig. 3, bei r und r'). Diese Einbettung ist schon makroskopisch zu bemerken, wenn das Tragblatt sich oben vom Stamme zurückgebogen hat, aber dessen Fiederblättchen sich noch nicht entfaltet haben. Das Wachsthum, das zu dem erwähnten Gebilde führt, erstreckt sich auch auf eine unter den ältesten Blättern der jungen Knospe liegende Zone, wodurch dieselben an dem Rande der Höhlung emporgerückt erscheinen und sich flach über dem Knospenscheitel ausbreiten (Fig. 4). Gleichzeitig wachsen die Epidermiszellen sämmtlicher Blätter des jungen Sprosses zu einzelligen Haaren aus, die, anfangs von schaumigem Protoplasma erfüllt, allmählich von einer harzförmigen Masse ausgekleidet werden. Durch das Dickenwachsthum des Stammes wird die horizontale Lage der Blätter der Knospenaxe in eine aufrechte gebracht, weshalb im Winter den Knospen kein bedeutender Schutz von ihren Blättern zu Theil wird, deren drei äusserste der Form nach rudimentäre Laubblätter sind, die bald nach der Streckung des Sprosses abfallen. Die Erhaltung der ruhenden

Zweigknospen wird also nur von dem dichten Haarpelze und dem Rindengewebe übernommen (Fig. 2).

Die Sprossspitze des Zweiges vermag keine knospenartige Abschliessung zu bilden; an deren Stelle tritt im nächsten Frühjahr eine kräftige, benachbarte Achselknospe. —

An einer anderen Caesalpinee, *Virgilia lutea*[1]), bemerkt man während des Sommers keine Spur von Achselknospen (Fig. 5), die aber nach dem Blattabfall sichtbar werden, da sie in einer scheinbar allseitig geschlossenen Höhle der spindelförmigen Blattbasis liegen (Fig. 9). Die Ausbildung dieser wirksamen Umhüllung erfolgt sehr früh an ganz jungen Blättern, die oben mit der Anlage der Fiedern beginnen. An dem Vegetationspunkte (Fig. 6) entstehen die Blätter als breit gezogene Höcker, die ungleichmässig in die Breite, Dicke und Länge wachsen. Zu diesem Wachsthum gesellt sich an dem hakenförmigen Tragblatte eine basale, neue Wachsthumsrichtung, indem gleichzeitig mit der Ausbildung der nahezu kreisförmigen Insertion das zwischen der letzteren liegende Gewebe dem Vegetationspunkte zuwächst und sich wulstförmig über den Stamm lagert (Fig. 6, bei a). Auf diese Weise gliedert sich das Primordialblatt in einen dick angeschwollenen, spindelförmigen Basaltheil und eine dünnere Zone; aus dem ersteren, dem Scheidentheil, entwickelt sich die hohlkegelförmige Umhüllung, aus dem letzteren die Spreite; zwischen beide schiebt sich später der Stiel ein. Unter diesem so entstandenen, zwischen Stamm und Blattbasis gelegenen Spalte vollzieht sich erst die Anlage der Knospe, sobald der deckende Scheidentheil eine schwache Wölbung zeigt (Fig. 6, bei b_3). Das Blatt beginnt dann auf seiner ganzen Fläche in die Länge zu wachsen, wodurch der spaltenförmige Gang vergrössert wird und ein vollständiger Abschluss der Knospe von der Aussenwelt nicht erzielt werden würde. Dieser letztere wird durch das Auftreten eines neuen Bildungspunktes erreicht, indem das über der Lücke der Insertionsstelle liegende Gewebe der Blattbasis dem Stamme zuwächst (Fig. 6, bei b_3 und a'), und so den Abschluss der durch beide Wachsthumsmodalitäten erzeugten Höhle bewirkt.

[1]) Hildebrandt, l. c. pag. 4.

Diese Entwickelung ist allen Pflanzen mit blattstieldeckigen Knospen eigen, nur fehlt häufig der dem Stamme zugekehrte Bildungspunkt, der im Folgenden immer als axipetaler, im Gegensatz zu dem acropetalen, zuerst auftretenden Wachsthum des Scheidentheiles, bezeichnet werden mag.

Beide antagonistisch wirkende Wachsthumszonen bleiben während des ganzen Sommers thätig, und zwar bewerkstelligt die axipetale Zone einen nahezu hermetischen Verschluss.

Es werden drei seriale Knospen unter dem deckenden Vaginaltheil eines noch hyponastischen Blattes rasch hinter einander angelegt, und diese beginnen bald mit der Ausbildung ihrer Blätter (Fig. 7 und 8). Während die Knospen bis zum Herbst wirksam zu ihrer Ausbildung geschützt sind, entwickelt sich ein dichtes Haarkleid aus dunklen, harzerfüllten Trichomen, die für die Winterruhe die einzige Umhüllung bilden, da *V. lutea* der Niederblätter entbehrt.

Diese Art der Entwickelung und Lage der Knospen hat schon Benjamin[1]) als intrapetiolare Knospenbildung von der in der Achsel des Blattes sich vollziehenden unterschieden, eine Bezeichnung, die Wiesner[2]) und Goebel[3]) adoptirt haben.

Ebenso wie bei *Gymnocladus* wird der Spross im nächsten Frühjahr durch eine kräftige Achselknospe weitergeführt, deren Tragblatt nach dem Abfall der Terminalknospe mehr oder weniger die Richtung des Hauptsprosses annimmt, so dass anscheinend der Spross in ein Blatt ausläuft (Fig. 5). Die Ablösungsstelle des Zweigendes kann man deutlich gegen Ende des Sommers in der Seite des pseudoterminalen Blattes wahrnehmen (Fig. 5, bei n), ohne dass etwa ein vertrocknetes Stammstück vorhanden wäre, wie bei *Gymnocladus canadensis*.

Die häufig mit *Virgilia lutea* zu einer Gattung vereinigte *Maakia amurensis* zeichnet sich durch den Besitz von Niederblättern und die axilläre Lage ihrer Knospen aus im Gegensatz zu der vorigen Art, dagegen findet desgleichen ein Abfall des Sprossgipfels statt (Fig. 10).

---

[1]) l. c. pag. 201.
[2]) Elemente etc. pag. 27.
[3]) Grundzüge etc. pag. 511.

Schon Delbrouck[1]) und Hansen[2]) fiel die Erscheinung auf, dass bei den verschiedenen *Gleditschia*-Arten (*sinensis, ferox, triacanthos*) an der Stelle, wo ein Blatt gesessen hatte oder dicht über derselben, im Frühjahr mehr oder weniger kräftige Triebe büschelförmig aussprossen, indess im Winter und Sommer nur eine axilläre Knospe sichtbar war (Fig. 11); gleichzeitig wird beim Treiben ein kleines braunes Gewebstückchen in die Höhe gehoben. Längsschnitte durch einen blattlosen Knoten lassen zahlreiche, zickzackförmig angeordnete Knospen tief im Gewebe eingesenkt erkennen (Fig. 12); die älteste dieser meist zu 5—7 vorhandenen Zweiganlagen, also die am weitesten am Internodium emporgerückte, wird an ihrem Gipfel nicht von der Rinde umhüllt, während auch im Winter die grössere Anzahl der übrigen Knospen von einem Blattstielrest bedeckt sind (Fig. 12). Diese Achselknospen verbirgt gleichfalls im Sommer der spindelförmige, aber nicht ausgehöhlte Blattstiel. Ueber diesem Büschel von Laubsprossen findet sich bei *Gl. triacanthos* und *ferox* immer ein grosser, verzweigter Caulomstachel (Fig. 11), bei *Gl. sinensis* nie oder doch sehr selten.

Die Beschaffenheit der Schutzeinrichtungen ist für die verschiedenen Knospen ungleich, ebenso weicht die Entwickelung der ersteren von *Virgilia lutea* ab. Schon früh tritt in der Achsel eines jungen Blattes eine kleine Protuberanz auf (Fig. 13, bei c), die, vollkommen frei liegend, sich baldigst zu einem Stachel umwandelt, so dass schon deutlich der Dorn seine Struktur zeigt, wenn das zugehörige Laubblatt sich vom Stamm zurückgebogen hat. Gleichzeitig beginnt ein intercalares Wachsthum den Caulomstachel am Internodium emporzurücken. Bald nach der Anlage der ersten Blättchen an dem letzteren Spross wächst die Blattstielbasis (Fig. 14) in derselben Weise, wie bei *Virgilia*, zu einem spindelförmigen, deckenden Gebilde heran, unter dem die Knospen, die im nächsten Frühjahr zu Laubsprossen sich entfalten, angelegt werden. Anfänglich ist der Verschluss des schützenden Blattstieles kein ganz dichter (Fig. 14), ein solcher bildet sich aber im Laufe der weiteren Entwickelung durch das Dickenwachsthum des Internodiums aus (Fig. 15), durch welches

[1]) Delbrouck, Die Pflanzenstacheln, Hansteins Abhandlungen, Bd. IV.

[2]) Hansen, Vergleichende Untersuchungen über Adventivbildungen, Abhandlungen der Senkenberg. Gesellsch. 1880.

erst im Laufe des Sommers auch die Einsenkung der Knospe in das Rindengewebe erfolgt; hierbei geht jedoch nicht, wie bei *Gymnocladus*, die Bildung eines die ganze Knospe umfassenden Ringwalles dem ersteren Processe vorher (Fig. 12).

Der meristematische Charakter des unter dem Blattstiele liegenden und von der Aussenwelt bis auf eine kleine Oeffnung abgeschlossenen Bildungsheerdes bleibt lange erhalten, wenn schon das umliegende Gewebe längst in den Dauerzustand übergegangen ist, indem man in der grösseren Hälfte des Sommers junge Sprossanlagen in dieser Bildungsstätte findet. Dabei wird stets die zweitälteste Knospe, um Raum zu schaffen, dem Schutze des Blattstieles entzogen (Fig. 11, bei k und Fig. 12, bei k_1). Während so die Knospen im Sommer wirksam geschützt sind, dienen als Winterschutz mehrere Niederblätter, deren Zellen meist lufterfüllt zum Zwecke einer schlechten Wärmeleitung sind. Vermehrt wird diese Umhüllung noch durch die die Knospen fast ganz umwallende Rinde und ausserdem noch für die jüngsten Zweiganlagen durch einen Blattstielrest, indem das Blatt nicht scharf am Stamme abbricht (Fig. 12).

Papilionaceae.

An *Sophora japonica* bemerkt man zur Sommerzeit nie eine Zweigknospe in der Achsel der Blätter; sie sind in ähnlicher Weise von der spindelförmigen Blattbasis bedeckt, wie bei *Gleditschia* (Fig. 16). Erst mit dem Fall der Blätter deutet eine zwischen den beiden divergirenden Schenkeln der hufeisenförmigen Narbe liegende, dicht behaarte Stelle das Vorhandensein der Knospen an (Fig. 16), die also, dem Stengelgewebe eingesenkt, wirksam den Elementarereignissen entzogen sind (Fig. 17). Die Ausbildung des Schutzapparates erfolgt ziemlich spät, wenn die älteste der beiden serialen Knospen in ihrer Entwickelung weit vorgeschritten ist. In der Achsel der dem wachsenden Scheitel benachbarten Blätter tritt die Anlage der Knospe als eine kleine Prominenz in die Erscheinung, genau so, wie die sich zu einem Stachel umbildende Knospe von *Gleditschia*, die aber nicht, wie bei der letzteren Pflanze, ihre axilläre Lage verlässt (Fig. 18). Mit der weiteren Ausbildung der Zweiganlage beginnt auch der Scheidentheil des Tragblattes sich zu dem Schutzapparate zu entwickeln, indem das zwischen der Insertion

liegende Gewebe sich wulstförmig über die junge, schon mehrere Blätter tragende Sprossanlage lagert. Die letztere hat mittlerweile schon eine solche Grösse erreicht, dass ein wirksamer Verschluss gegen die Aussenwelt durch den deckenden Blattstiel nicht mehr erzielt werden kann (Fig. 19). Während das Tragblatt noch nicht ernährende Bedeutung erlangt hat, wächst das Internodium intensiv in die Dicke, wobei die unter dem Bildungsheerde liegende Zone keinen so grossen Antheil hat (Fig. 20). Durch diesen zweiten Vorgang übernimmt die Rinde einen wesentlichen Schutz der Knospen, der aber noch auf eine andere Weise erhöht wird. Während nämlich bei *Gleditschia* den feuchten Niederschlägen zahlreiche, durch ein harzähnliches Secret verklebte Haare den Eintritt zu den Knospen verwehren, wird bei *Sophora japonica* eine ähnliche Wirkung durch ein schon makroskopisch erkennbares Gewebestück erzielt, welches wie ein Riegel die beiden divergirenden Flügel der Blattinsertion verbindet (Fig. 17, bei R). Im Laufe des Sommers bildet die Knospe zu ihrem Winterschutze ein ähnliches Haarkleid aus, wie *Virgilia lutea;* die durch einen Klebstoff fest mit einander verkitteten Trichome, zu denen gleichfalls das von der Narbe eingeschlossene und die beiden Knospen umgebende Rindengewebe auswächst (Fig. 17), bieten vermuthlich nur den einzigen Schutz dar, da Niederblätter gleichfalls nicht zur Anlage kommen. Für die Ruheperiode ist die Einbettung der Zweigknospen in die Rinde von nicht geringerer Bedeutung als bei *Gleditschia.*

Schon Benjamin [1]) und Mikosch [2]) sind die Schutzvorrichtungen der Zweigknospen bei der Gattung *Robinia* bekannt gewesen; allerdings haben Beide eine genaue Beschreibung und Entwickelung nicht gegeben. Im Laufe des Sommers wird in der Achsel der von mir untersuchten Arten (*Pseudacacia, viscosa, hispida*) eine kleine Knospe sichtbar, die bei *hispida* gewöhnlich in derselben Vegetationsperiode zu einem kleinen, wenige Blätter tragenden Spross auswächst (Fig. 21, bei s), während bei den anderen Species diese axilläre Knospe eine Ruheperiode durchzumachen sich anschickt. Der weitere Verfolg dieser jungen Zweiganlage nach dem Winter lehrt in den meisten Fällen ein Zugrundegehen der letzteren; wenigstens konnte eine kräftige Weiterentwickelung

[1]) l. c. pag. 220.
[2]) l. c. pag. 752.

nicht constatirt werden. Die Ausbildung von Seitenzweigen geschieht im Frühjahr von Knospen, die während der ganzen Entwickelung und Ruheperiode dem Auge entzogen sind, da sie in ähnlicher Weise, wie bei *Gleditschia* und *Sophora*, von der spindelförmigen Blattbasis und im Winter von einem braunen, korkartigen Gewebestück bedeckt sind, das beim Treiben in die Höhe gehoben und gesprengt wird.

Die Entwickelungsgeschichte der Knospen lässt insofern eine Analogie mit *Gleditschia* erkennen, als hier ebenfalls ein vollkommen axillärer Tochterspross zur Anlage kommt, der, vollständig von der Blattbasis unbedeckt, sich rasch zu dem erwähnten Sommerspross entfaltet (Fig. 21, bei s). Unterhalb dieses letzteren treten die zur Verzweigung in der nächsten Vegetationsperiode bestimmten Knospen in wechselnder Anzahl (meist 3—5) im Schutze des modificirten Scheidentheiles auf. Der letztere bildet sich, genau wie bei *Virgilia*, zu einem flaschenförmig ausgehöhlten, von aussen spindelförmig erscheinenden Schutzapparat aus (Fig. 23 und 24). Innerhalb dieser derben Hülle bereiten sich die Knospen für ihre Ruheperiode vor, indem die Blätter der jungen Achse sich schon früh mit einem dichten Haarkleide versehen; ebenso strahlen von den Epidermiszellen der inneren Wandung der Höhle nach den Knospen als Mittelpunkt Haare hin. Diese letzteren verschliessen auch die von den convergirenden Flügeln der Blattbasis gebildete kleine, etwa kreisrunde Oeffnung sehr dicht. Nachdem die Trichome sich für den Zweck einer schlechten Wärmeleitung mit Luft erfüllt und innig durch ein Secret mit einander verklebt sind, bereitet sich die Ablösung der Blätter in der Weise vor, dass die mehrzellige Trennungsschicht sich den serialen Knospen auflagert, wobei die Haare dieser von Wiesner[1]) als Articulartegment bezeichneten Decke ein gewaltsames Losreissen vom Stamme verhindern (Fig. 24, bei t). Es scheint also der Schutz des transitorischen Haarkleides nicht für die Erhaltung der Knospe hinreichend zu sein, da *Robinia*, wie die meisten Pflanzen mit intrapetiolarer Knospenlage, niederblattlos ist, und die oben erwähnte axilläre Zweiganlage scheint wegen des mangelhaften Schutzes abzusterben.

Für die folgenden *Papilionaceen* (*Carragana*, *Calophaca*, *Cytisus*, *Laburnum*) kann als gemeinsamer Zug die Ausbildung von Niederblättern,

[1]) Wiesner, Elemente etc. pag. 24.

deren Lebensdauer sich wesentlich auf den Winter beschränkt, gelten; zu diesen blattartigen Schutzorganen gesellen sich auch die für diese Gruppe charakteristischen, mit dem Stiele verwachsenen Nebenblätter, die auch während des Winters erhalten bleiben, da das Tragblatt dicht über den Nebenblättern abbricht, und so ein mehr oder weniger langer Blattstielrest am Stamme erhalten bleibt. Die Knospen selbst entstehen streng axillär und behalten diese Stellung. Nachdem dem ersten Blattpaare, den Vorblättern, die einen bedeutenden Bruchtheil der jungen Achse umfassen, noch ein ähnliches Blattpaar und mehrere Tegmente, deren Stellung den Nebenblättern entspricht, zugesellt sind, folgen die gleichfalls weissfilzigen Laubblätter mit ihren grossen Stipulae, die bekanntlich das zugehörige Laubblatt über den Rücken fassen. Ein nicht minder wichtiger Schutz während des Winters wird auch durch einen Blattstielrest erzielt. Gleichfalls wird die wärmende Wirkung der Hüllschuppen noch durch eine Umbildung des Gewebes erhöht, indem die stark verdickten Zellen sich mit Luft füllen und grosse lufthaltige Räume durch Zerreissen grösserer Zellpartieen entstehen, die namentlich in den peripheren Hüllschuppen auftreten.

Die Schutzmittel von *Petteria ramentacea* bedürfen noch einer besonderen Erwähnung. Die Nebenblätter haben dieselbe Gestalt und Anordnung, wie bei den eben besprochenen Arten, nur sind sie bedeutend grösser und umfassen sich mit ihren Rändern (Fig. 25). Dadurch wird eine geräumige Höhle um die Knospe gebildet, deren innere Wandung mit zahlreichen Seidenhaaren ausgekleidet ist. Schon vor der Anlage der Knospe ist die Einrollung zu Stande gekommen, und die Zweiganlagen verharren auch während des Winters in dieser Stipularhülle.

Andere Arten führen nun direct zu den Pflanzen hinüber, bei denen die haarförmigen oder verdornten Nebenblätter nicht schirmförmig die jungen Knospen vor zu starker Insolation schützen; dagegen bleibt ebenfalls bei derartigen Formen ein Blattstielgelenk als verstärkendes Schutzmittel erhalten, wie z. B. der Stiel bei *Halimodendron* oberhalb der verdornten Nebenblätter abbricht.

Genista tinctoria und *Spartianthus junceus* zeichnen sich durch äusserst kleine Knospen aus, die wenig oder gar nicht sichtbar während des Winters und Sommers sind. Bei der letzteren Gattung namentlich wird die Knospe

durch eine ebenso einfache, als allen Anforderungen entsprechende Vorrichtung gegen gröbere Eingriffe, wie auch gegen die Elementarereignisse geschützt. Der gerillte Blattstiel legt sich mit seiner Basis dem Stamm an und biegt sich von demselben so ab, dass die kleine, nur wenig blätterige Knospe verborgen bleibt, wobei zwei Längsrippen des Stammes den seitlichen Verschluss erzeugen (Fig. 26). Auch nach dem Blattabfall treten diese Zweiganlagen nicht an die Oberfläche, indem in gleicher Weise, wie bei *Laburnum*, das Blatt am Stamme ein dicht auf seiner Innenseite behaartes Gelenk zurücklässt.

Andere *Papilionaceen* (wie *Amorpha fructicosa* und die *Caesalpinee Cercis Siliquastrum*) mit extraaxillären, dem Stamme angeschmiegten Knospen vermehren den Schutz durch Niederblätter dadurch, dass im Laufe des Sommers die Rinde eine Längsrille um die Knospe bildet, vermittelst deren die letztere vor äusseren Verletzungen gesichert ist.

Bei den eben genannten Gattungen stehen die grossen Vorblätter nicht lateral; sie rücken vielmehr der Medianlinie des Tragblattes zu, offenbar, um die exponirteste Knospenfläche zu schützen.

Amygdalaceae.

Die *Amygdalaceen* schliessen sich eng den zuletzt besprochenen Arten an, indem auch hier ein Blattstielrest mit den persistirenden Nebenblättern als Schutzmittel im Winter functionirt und die Wirkung der Niederblätter verstärkt. In den Achseln junger Blätter, die eben in den epinastischen Zustand übergegangen sind, wird die Knospe erst nach dem Zurückbiegen des Blattstieles sichtbar. Es rührt dies von der Lage derselben in einer kleinen kielförmigen Aushöhlung des Blattstieles und von der Kleinheit dieser Zweiganlagen her.

Spiraeaceae; Rosaceae; Pomaceae.

Diese Familien weichen in Betreff des Knospenschutzes nur wenig von einander ab, indem auch hier ein Blattstielgelenk mit den persistirenden Nebenblättern stehen bleibt; *Spiraea* und *Crataegus* beschränken sich auf die Ausbildung zahlreicher seidenhaariger Knospenschuppen.

Elaeagnaceae.

Die kleinen gestielten Achselknospen, wie auch die Terminalknospe sind für ihre Erhaltung nur auf Niederblätter angewiesen, die die charakteristische schildförmige Behaarung der Laubblätter gleichfalls zeigen. Mit der folgenden Familie zeichnen sich die *Elaeagnaceae* durch den Mangel an Nebenblättern aus.

Philadelphaceae.

Die bei uns cultivirten Vertreter der genannten Familie weichen betreffs ihrer Schutzmittel ab. *Deutzia* (*scabra* und *crenata*) gleicht der vorigen Pflanzengruppe wegen der kleinen, streng axillären Knospe, deren wirtelige Niederblätter mit kurzen einzelligen Haaren besetzt sind. Aehnlich wie bei *Deutzia* liegen auch die Knospen einiger Arten von *Philadelphus* (*hirsutus*) in einer Rille des Blattstieles und sind ebenfalls dicht behaart. Dagegen sind die meisten Species dieser artenreichen Gattung (*Ph. pubescens, Gordonianus, coronarius, Satzumi, Zeyheri, grandiflorus, inodorus* u. a.) durch intrapetiolare Lage der Knospen ausgezeichnet, auf welche Erscheinung schon Benjamin[1]), Wiesner[2]) und Hildebrandt[3]) aufmerksam machten. Auch nach dem Blattabfall erscheinen sie bei den letztgenannten Arten dem Auge nicht sichtbar, weil ein ähnliches Articulartegment, wie bei *Robinia,* die Knospe verbirgt (Fig. 27). Genau wie bei *Virgilia* bildet sich nämlich die Blattbasis zu der kappenförmigen Umhüllung an jungen, dem Vegetationspunkte benachbarten Blättern um, nur ist entsprechend der geringen Grösse der Knospe, die erst nach Anlage der schützenden Decke erscheint (Fig. 28, bei k), die Höhle nicht flaschenförmig, sondern schwach gewölbt (Fig. 29). Einen Uebergang von den blattstieldeckigen Zweiganlagen zu den freiliegenden vermittelt *Ph. californicus.* Die Knospen dieser letzteren Art entwickeln sich vollkommen intrapetiolar und beharren in dieser Lage, bis sie sich genügend mit dicht behaarten Niederblättern versehen haben, drängen aber schliesslich den Blattstiel wegen ihrer bedeutenden Grösse zurück.

---

[1]) Benjamin, l. c. pag. 222.
[2]) Wiesner, Sitzungsberichte etc. Bd. 64, Abth. I, pag. 504.
[3]) Hildebrandt, l. c. pag. 5.

Die stehenbleibende Basis der Blätter dient im Winter den Knospen als Decke, die anscheinend den Mangel eines dichten Haarkleides bei den Arten mit stets verborgenen Zweiganlagen ersetzt. (Fig. 29, bei t).

Ribesiacae.

In den jüngsten Stadien ist die Achselknospe von *Ribes* in dem halbstengelumfassenden kielförmigen Blattstielgrunde geschützt, während später die flaumartig behaarten Niederblätter als Schutzhülle dienen.

Cornaceae.

Cornus mas[1]) zeichnet sich durch den Besitz streng axillärer, gestielter Knospen aus, die nur von einem an der Basis verwachsenen Niederblattpaare umhüllt sind, dem dann die Laubblätter folgen.

Araliaceae.

In hervorragenderer Weise, als bei den beiden vorhergehenden Familien, ist dem Blattstiele der Schutz der Knospen anvertraut. Die grossen Flügelleisten des unteren Theiles des Petiolus greifen nämlich mit ihren Rändern über einander und bilden so eine Umhüllung um den jungen, sich entwickelnden Tochterspross, dessen Gipfel erst im Spätsommer wenig sichtbar wird. Im Winter erscheinen die Knospen von *Panax sessifolium* von mehreren trockenhäutigen Niederblättern umhüllt, die bei der immergrünen *Hedera Helix* wegen des andauernden Schutzes des Blattstieles wahrscheinlich in Wegfall gekommen sind.

Rhamnaceae.

Die ruhenden Knospen von *Rhamnus cathartica* werden nur von 6—8 Niederblättern geschützt, wie auch die *Celastraceae* in dieser Hinsicht ihnen vollkommen gleichen. Erwähnt soll noch die Ausbildung der Vorblätter werden, deren Basen, wie bei *Cornus*, über die Hälfte der Knospenaxe mit einander verwachsen sind, eine Erscheinung, welche uns bei *Salix* und *Viburnum Opulus* in erhöhter Ausprägung begegnen wird.

[1]) Henry, l. c. pag. 206.

Aceraceae.

In den beiden Gattungen dieser Familie, *Acer* und *Negundo*, kommt wieder eine Schutzfunction des Blattstieles zur Erscheinung, indem die Achselknospen theils ganz von der Aussenwelt (Fig. 30) abgeschlossen, theils in den ersten Stadien vollkommen bedeckt sind (Fig. 32). Zu dieser letzteren Categorie gehört unter Anderem *Acer campestre*, bei der sich die Knospe für die Ruheperiode im Schutze der wulstförmig deckenden Blattbasis mit Niederblättern bekleidet; dagegen werden die dem Stamme angeschmiegten Zweigknospen von *Acer Pseudoplatanus* und *Negundo aceroides* erst nach dem Blattabfall sichtbar (Fig. 30 und 31).

Die erste Anlage des Tochtersprosses erfolgt ebenfalls in der Achsel ganz junger, mit zahlreichen Colleteren besetzter Blätter, bevor der Blattstiel zur Ausbildung des Schutzapparates schreitet. Die Erhaltung der Knospe während der Winterruhe übernehmen zahlreiche Niederblätter, deren äusserste ebenfalls an der Basis verwachsen sind, wenigstens ist es an den Terminalknospen immer der Fall.

Die *Aceraceae* besitzen keine transitorischen Haare als Schutzmittel, dagegen zeichnet sich die Gattung *Aesculus* der

Hippocastanaceae

durch einen bald nach der Streckung der Knospe abfallenden, seidenartigen, dichten Haarschopf aus, während die äussere Umhüllung der bald aus der Achsel emporrückenden Achselknospen, sowie auch der grossen Terminalknospe von dicken, lederartigen Niederblättern übernommen wird.

Therebinthaceae (incl. Xanthoxylaceae).

Die *Therebinthaceae* erinnern in ihrer Mannigfaltigkeit des Knospenschutzes an die Leguminosen; neben niederblattlosen, intrapetiolaren Knospen reihen sich vollkommen beschuppte Zweiganlagen, und die meisten Gattungen dieser Familien weisen einige Variationen auf.

Bei *Rhus glabra* [1]) (und *typhina* nach Hildebrandt) liegt die grosse Achselknospe in dem flaschenförmig ausgehöhlten Blattstiele, der, sich all-

[1]) Hildebrandt, l. c. pag. 2.

mählich ergänzend, einen monosymmetrischen Bau besitzt (Fig. 33). Die Entwickelung dieses Schutzorgans erfolgt, wie bei *Virgilia*, vor Anlage der Knospen durch Umbildung des Scheidentheiles (Fig. 35 bei b_1, b_2 und b_3), wobei ein axipetaler Bildungspunkt den Verschluss der Höhle nach Aussen aufrecht erhält (Fig. 35, Bl. a und Fig. 34). Der so verborgene Tochterspross, der gleichfalls direct mit einer Laubblattformation beginnt, ist mit zahlreichen harzerfüllten Haaren versehen, die als alleiniges Schutzmittel dienen, nachdem das Blatt vom Stamme mit Hinterlassung einer nahezu kreisförmigen Narbe abgebrochen ist (Fig. 33).

In derselben Gattung bemerkt man auch an einigen Arten (*Cotinus*, *vernicifera*) frei in der Achsel stehende, vom Blattstiele unbedeckte Knospen, deren Schutz wesentlich auf Niederblätter und eine schuppenförmige Behaarung beschränkt ist. Während bei *Rh. glabra*, wie auch bei allen Pflanzen mit intrapetiolarer Knospenbildung, abgesehen von *Acer*, der Spross nur durch eine kräftige Achselknospe im nächsten Frühjahr fortgesetzt wird, ist bei *Rh. Cotinus* und *vernicifera* eine Endknospe ausgebildet.

In gleicher Weise, wie bei *Sophora*, sind die Zweigknospen von *Phellodendron amurense* (Fig. 36) und *Ptelea*[1]) *mollis* und *trifoliata* (Fig. 38) von der verbreiterten Blattbasis bedeckt. Nach dem Blattabfall kann man sie genau so, wie bei der genannten *Papilionacee*, zwischen den mehr oder minder stark convergirenden Schenkeln der Blattnarbe liegen sehen, die, durch eine braunschwarze Behaarung ausgezeichnet, sich kaum über die Peripherie des Stammes erheben (Fig. 37 und Fig. 40). Trotz der im Uebrigen vollkommenen Uebereinstimmung des Sommerschutzes bei *Sophora* und *Ptelea* weichen die letzteren in der Entwickelungsgeschichte des Schutzapparates insofern ab, als bei den genannten *Therebinthaceen* die jungen Zweiganlagen erst in die Erscheinung treten, wenn die Blattbasis sich wulstförmig über den Stamm gelagert hat (Fig. 41). Nach Entfaltung des hyponastischen Blattes bewirkt der deckende Wulst keinen dichten Abschluss der Knospenhöhle, sondern *Ptelea* und *Phellodendron* stimmen auch in der Hinsicht mit *Sophora* überein, dass die ruhenden Sprossanlagen von der Rinde umwallt werden (Fig. 39 und 40). So allseitig den äusseren Einflüssen entzogen, hat die Knospe Zeit,

[1]) Hildebrandt, l. c. pag. 5.

sich mit einem dichten Haarpelze zu versehen; diese transitorischen Haare, sowie die umwallende Rinde dienen als einzige Schutzorgane den beiden serialen Knospen von *Ptelea* und der einen von *Phellodendron*, da auch die eben genannten Pflanzen sogenannte nackte, niederblattlose Knospen besitzen. Aehnlich den anderen Arten, die eines ähnlichen Sommerschutzes für ihre Knospen bedürfen, stimmen sie auch in dem Mangel einer Endknospe überein.

Wie schon die Knospen von *Philadelphus californicus* sich bedeckt unter dem Blattstiele entwickeln, aber diese intrapetiolare Lagerung im weiteren Verlaufe der Entwickelung verlassen, so zeigen in ähnlicher Weise *Xanthoxylon Bungei* und *Skimmia japonica* einen gleichen Wechsel der Schutzvorrichtungen. Die erstere, die vornehmlich untersucht wurde, besitzt vollkommen intrapetiolare Anlage der Knospen, aber die deckende Blattbasis hält in ihrem weiteren Wachsthum nicht Schritt mit der sich rasch entwickelnden Knospe, wodurch das Blatt weggedrängt und die erstere sichtbar wird. Diese Erscheinung steht vielleicht mit der Thatsache in Verbindung, dass die Blätter eine geringere Insertionsfläche besitzen, als bei *Ptelea* und *Phellodendron*. Da *Skimmia* und *Xanthoxylon* ebenfalls der Niederblätter entbehren, so wird die Rinde zum Schutze herbeigezogen, in der die dicht behaarten Zweiganlagen völlig eingesenkt ruhen.

Bei *Ailanthus glandulosa*, deren Blätter, wie erwähnt sein mag, ähnlich denen von *Gymnocladus canadensis* lange Zeit andauerndes Spitzenwachsthum besitzen, gelangt die Umbildung des Blattstieles zu einem sommerlichen Schutzorgan in Wegfall, daher beginnen die axillären Zweiganlagen mit einer Niederblattformation (Fig. 42).

Aristolochiaceae.

Betrachtet man gegen Ende des Sommerwachsthums die Knoten von *Aistolochia Sipho*, so bemerkt man an dem unteren, der Sprossspitze zugekehrten Theile des Blattstieles eine kleine dreieckige Oeffnung, welche in einen konisch endenden Hohlraum zu den zahlreichen serialen Knospen von geringer Grösse führt; ausserdem kann man eine oder selten zwei sichtbare Knospen beobachten. Diese letzteren wachsen gewöhnlich in derselben Vegetationsperiode zu Blüthensprossen aus, während die unter der helmartigen

Ueberdachung liegenden Knospen im nächsten Frühjahre zu Laubsprossen sich strecken (Fig. 43).

Die Entwickelung der Knospen und des sommerlichen Schutzapparates vollzieht sich wieder in den zu der Terminalknospe zusammenschliessenden Blättern. In der Achsel eines jungen Blattes wird, wie bei *Robinia*, eine Knospe vollkommen unbedeckt von dem Blattstiele angelegt, die bald am Internodium etwas emporrückt; gleichzeitig lagert sich der Scheidentheil des Blattes wulstförmig über den Stamm.

Unter dieser dicht anliegenden Blattstieldecke vollzieht sich die Anlage der übrigen zahlreichen Knospen, deren junge Blätter sich rasch mit vielen einzelligen Haaren bekleiden (Fig. 43). Nach der Zurückbiegung des Tragblattes vom Stamm wird der Abschluss der Knospen von der Aussenwelt durch das basale Wachsthum des Blattstieles gelockert. Der schützenden Blattstieldecke scheinen die Knospen zu ihrer weiteren Entwickelung nicht mehr zu bedürfen, da das ganze von der hufeisenförmigen Blattinsertion eingeschlossene Gewebe, wie auch die Blätter dichtgedrängt stehende, durch Harz verkittete Haare erzeugen, aus welcher Hülle die Knospen kaum hervorragen (Fig. 43). Diesem wirksamen Trichomschutz entsprechend bildet sich auch nur eine Knospenschuppe[1]) aus, welche die ganze Knospe von oben und den Seiten nahezu umfasst (Fig. 44).

Tiliaceae.

Tilia parvifolia beschränkt sich lediglich auf die Ausbildung von dicken lederartigen Niederblättern zum Schutze der Knospen, die von Anfang an vollkommen axillär stehen. Dagegen treffen wir bei den

Ternstroemeriaceae

einen eigenartigen Schutz bei den beiden Arten von *Actinidia*[2]) (*colomicta* und *polygama*) an. Bei *Gleditschia* und *Sophora* u. a. liess sich eine Function des Rindengewebes zum Schutze der Knospen feststellen, dem sie, wie bei *Sophora*, eingesenkt oder von dem sie, wie bei *Gleditschia*, vollkommen um-

[1]) Henry, l. c. pag. 222.

[2]) Hildebrandt, l. c. pag. 1.

wallt sind. Aehnliche verborgene Knospen hat nun schon Hildebrandt von *Actinidia polygama* beschrieben, aber dieser Autor hat die jüngsten Stadien dieses Schutzapparates und den Bau der Knospe selbst nicht weiter berücksichtigt. Bereits in der Achsel ganz junger, dem wachsenden Scheitel nahe stehender Knospen bemerkt man wulstförmige Anschwellungen, die in der Medianebene des zugehörigen Blattes eine punktförmige Oeffnung schon mit blossem Auge erkennen lassen, dagegen keine Knospen, die, von der Rinde vollkommen bedeckt, mit der Aussenwelt nur durch einen nadelstichförmigen Porus communiciren. Die Angaben Hildebrandts bedürfen, wie schon erwähnt, einer Vervollständigung. Die Knospen entwickeln sich genau wie bei anderen Pflanzen vollkommen exogen in dem verbreiterten Winkel zwischen Blatt und Stamm (Fig. 46) und scheinen sich normal durch Anlage von Niederblättern weiter auszubilden (Fig. 47).

Allmählich rückt dieser junge Tochterspross an dem Internodium empor; gleichzeitig beginnt die Rinde, während das Tragblatt sich noch nicht entfaltet hat, ringwallförmig die junge, schon mehrere Blätter tragende Knospe zu umwachsen (Fig. 47, bei r und r′), und zwar ist die Wachsthumsintensität dieses Ringwalles so gross, dass der junge Tochterspross schon vollständig von der Rinde bedeckt ist, sobald das Tragblatt epinastisch geworden ist (Fig. 48). Die weitere Ausbildung der Knospen vollzieht sich in dieser kapselförmigen Umhüllung, deren Wandung von gleichem anatomischen Bau, wie die übrige Rinde ist, jedoch sich nie über dem Gipfel der Knospe vollständig schliesst. Beide untersuchte Arten (*polygama* und *colomicta*) zeigen keine Differenzen betreffs dieses Schutzapparates, auch besitzen die Knospen Niederblätter und sondern ein gummiartiges Secret ab, dessen wesentlichste Bedeutung vielleicht erst mit der Streckung der Knospenachse beginnt.

Calycanthaceae.

Bei den *Calycanthaceae* kehrt in ähnlicher Weise, wie bei den *Aceraceen*, ein Sommerschutz durch die deckende Blattbasis wieder, so dass erst nach dem Fall der Blätter die drei serialen Achselknospen, zwischen der hufeisenförmigen Narbe liegend, bei *C.*[1]) *floridus* sichtbar werden (Fig. 50),

[1]) Hildebrandt, l. c. pag. 5.

während man an *C. occidentalis* schon gegen Ende des Sommerwachsthumes den Gipfel der ältesten Zweiganlage sehen kann. Die Ausbildung der schützenden Decke, sowie die Anlage der Knospen vollzieht sich ebenfalls in der Nähe der wachsenden Sprossspitze. Die Schutzmittel für die Ruheperiode weichen von den sonst sehr ähnlichen *Acerarten* ab, und auch beide erwähnte Species der Gattung *Calycanthus* weisen in dieser Hinsicht Differenzen auf.

Nach Ablösung der Tragblätter liegen die drei serialen Knospen von *C. floridus* nach Hildebrandt in der hufeisenförmigen Narbe hinter einander. Dagegen besitzt *C. occidentalis,* die nur von mir im jugendlichen und winterlichen Stadium untersucht werden konnte, für den Winter andere Schutzmittel und auch eine etwas abweichende Anordnung der ebenfalls in der Dreizahl vorhandenen Knospen. Es werden nämlich die letzteren nicht hinter einander angelegt, sondern sie stehen in der verbreiterten Blattachsel neben einander (Fig. 51). Dieser exponirten Stellung entsprechend bedürfen auch im Winter die Knospen eines besonderen Schutzes, der durch ein Blattstielgelenk erzielt wird (Fig. 51), welches die beiden jüngsten Zweiganlagen ganz und die älteste derselben bis auf einen kleinen Theil bedeckt. In dem Fehlen jeglicher Niederblätter stimmt *Calycanthus* mit anderen Pflanzen, deren Knospen einen ausgeprägten Sommerschutz nöthig haben, überein, wenigstens trifft dieses Verhalten bei *C. occidentalis* immer zu; ebenso findet eine Umhüllung des im Sommer thätigen Vegetationspunktes nicht statt.

Magnoliaceae.

Bei *Petteria rumentacea* schlossen die mit dem Blattstiele verwachsenen breiten Nebenblätter um die Zweigknospe zusammen und dienten neben einer dichten Behaarung fast als einziges Schutzmittel. Einer ähnlichen schützenden Bedeutung begegnen wir auch bei den *Magnoliaceen*, deren Knospen nur von einer halbkugelförmigen, durch scheinbare Verwachsung der Nebenblätter entstandenen Hülle umgeben sind. Bekanntlich ist ihre Stellung in dieser Familie, wie auch bei *Platanus* und *Celtis*, derart, dass das zugehörige Hauptblatt nicht umhüllt wird, wohl aber alle jüngeren Blätter.

Schon vielfach ist die tutenförmige Hülle der Knospen von *Magnolia* und *Liriodendron* in der Litteratur berücksichtigt. Henry[1]) setzte dieses

[1]) Henry, l. c.

Hüllorgan zwei verwachsenen Nebenblättern gleich, die Richtigkeit dieser Ansicht bestätigten Hartig[1]) an *Magnolia* und Eichler[2]) an *Liriodendron* entwickelungsgeschichtlich. Nach Anlage des höckerigen Hauptblattes entstehen die beiden Nebenblätter congenital-verwachsen als ein die ganze Knospe umfassender Ringwall, der bei *Liriodendron* axillär steht (stipulae axillares), bei *Magnolia* mit der Blattstielbasis verwachsen ist. Diese Stipeltute lässt sich bei *Liriodendron* leicht durch einen geringen Druck in ihre beiden Componenten zerlegen, wie man es auch bei der Streckung der Achse im Frühjahre beobachten kann, während bei *Magnolia* diese Hülle sich basal ablöst und ähnlich der *Calyptra* der Laubmoose mit in die Höhe gerissen wird. Die verbreitete Ansicht einer innigen Verwachsung der beiden Nebenblätter findet in der That nicht statt, da die Cuticularschichten der Aussenseite sich ohne Unterbrechung auf die Innenseite des Hüllorganes fortsetzen; es herrscht also nur eine innige Verklebung der Nebenblätter vor.

Die äussere Hülle der Terminalknospe bilden die Nebenblätter des zuletzt entfalteten Hauptblattes, während die ähnliche Hülle der gestielten Achselknospe bei *M. acuminata* den Nebenblättern eines abortirten Hauptblattes entspricht, das bei *L. tulipifera* nicht selten zur Entfaltung kommt, aber bald abbricht. Die Anlage der Zweigknospen geschieht ebenfalls in der Nähe des wachsenden Scheitels, und sie bilden auch hier ihr äusserstes Hüllorgan aus.

Interessant sind ferner die Umwandlungen der zum Schutz dienenden Nebenblätter der Endknospe gegenüber jenen, die im Laufe des Sommers zur Entfaltung kommen und bald abbrechen, auf welche Erscheinung bei *Liriodendron* Hildebrandt[3]) zuerst aufmerksam machte. Gegen Ende des Sommerwachsthums vermehren die Stipulae ihre Zellplatten nahezu um die Hälfte, ihre stark verdickten Zellen füllen sich mit Luft oder einer harzähnlichen Substanz, und die Epidermiszellen erzeugen auf ihrer Aussenseite mächtige Cuticularschichten, die nahezu um das Doppelte dicker sind, als die während des Sommers auftretenden; ganz ähnlich verhält sich *Magnolia acuminata*.

[1]) Hartig, Bot. Zeitg. 1855, pag. 223.

[2]) Eichler, Zur Entwickelungsgeschichte des Blattes mit besonderer Berücksichtigung des Nebenblattes. Diss. Marburg 1861, pag. 41.

[3]) Hildebrandt, Bemerkungen zur Dissertation von C. Hilburg, Flora 1878, pag. 161.

Menispermaceae.

Es brechen aus den Knoten von *Menispermum canadense* im Frühjahr mehrere Sprosse hervor, während im Sommer und Winter nur eine einzige kleine achselständige Knospe sichtbar ist, die sich häufig noch in derselben Vegetationsperiode zu einem Blüthenspross streckt (Fig. 52). Dagegen werden die Knospen, die im nächsten Frühjahr Laubsprossen den Ursprung geben, im Sommer von dem spindelförmigen, allmählich sich verjüngenden Blattstiele und in der Ruheperiode von einem Articulartegmente, wie bei *Robinia*, bedeckt.

Nachdem die oberste immer sichtbare Knospe (Fig. 52) früh in der Achsel eines jungen Blattes in die Erscheinung getreten ist, geschieht die Anlage der übrigen zahlreichen serialen Knospen zugleich mit der Ausbildung des deckenden Scheidentheiles (Fig. 53 und 54), der sich dicht den Knospen auflagert, wodurch ein spaltenförmiger Bildungsheerd mit einem kleinen Communicationsporus geschaffen wird. Die Knospen selbst besitzen, wie bei *Aristolochia Sipho*, nur ein ähnlich deckendes Hüllblatt, das, wie auch das übrige Gewebe des Bildungsheerdes, dicht behaart ist. Wie oben schon erwähnt, dient auch die Trennungsschicht des Blattes noch als verstärkende Schutzvorrichtung.

Berberidaceae.

Die strauchartigen Vertreter dieser Familie hüllen ihre einzige Achselknospe durch zahlreiche trockenhäutige Niederblätter ein, zu deren Verstärkung ein dreidorniger, bis zur Hälfte der Knospe hinauf reichender Phyllomstachel tritt.

Platanaceae.

Die allseitig geschlossene Knospe der Platane ist schon vielfach Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Die Ausbildung der Nebenblätter zu einer Ochrea, sowie die Stellung derselben zum Hauptblatt ist schon Henry[1]) bekannt, der die tutenförmigen Hüllorgane als Nebenblätter abortirter Hauptblätter nach Analogie mit anderen ähnlichen Gebilden deutet. Dieser Ansicht schliesst sich Benjamin[2]) an und beschreibt die intrapetiolare

[1]) Henry, l. c. pag. 291.
[2]) Benjamin, l. c. pag. 207.

Lagerung der Knospen gleichfalls. Mit Recht hat schon Mikosch[1]), der, wie Eichler[2]), die Entwickelungsgeschichte gegeben, die Unhaltbarkeit von Benjamins Angaben hervorgehoben, indem der letztere u. A. die acropetale Anlage der Blätter bestreitet. Nicht minder basiren Benjamins Mittheilungen über die Entstehung der Knospen auf irriger Beobachtung, da nach ihm die seitlichen Achsen endogen innerhalb des Blattstieles entstehen sollen; es müsste dann auch eine kreisförmige Insertion des spindelförmigen Blattstieles vorhanden sein. Schon die Betrachtung der Narbe nach dem Abfall der Blätter musste diese Angabe als falsch erweisen, da auch hier, wie bei *Virgilia lutea*, die Blattnarbe oberhalb der Achselknospe nicht vollständig geschlossen ist. Die Entwickelung der Knospe und ihres Sommerschutzapparates schliesst sich vollkommen an die ähnlicher Pflanzen an. Bald nach Anlage des Hauptblattes als höckerige Erhebung unterhalb des Vegetationspunktes entstehen die Nebenblätter als eine die ganze Stammachse umfassende Hervorragung, die, mit dem oberen Theile der Scheide verwachsen, sich rasch entwickelt und die wachsende Sprossspitze umfasst. Hierauf beginnt die Ausbildung der Knospenhöhle, indem der Scheidentheil sich wulstförmig über den Stamm lagert, und ein flachcylindrischer Gang entsteht, der bald eine schwache Wölbung annimmt. Der Tochterspross entsteht hierauf unter dieser Decke als kleine Protuberanz (Fig. 55). Das Wachsthum der Achselknospe hält im ersten Stadium mit der Ausbildung der Höhle Schritt, um sich dann zu verlangsamen und gegen Ende des Sommerwachsthums sich der inneren Wandung wieder dicht anzulegen, wobei das zugehörige Nebenblatt die Höhle nach oben abschliesst und demgemäss um ein Bedeutendes dünner ist, als der dem Blattstiel entsprechende Theil. Während das Blatt noch nicht vom Stamm zurückgebogen ist, beginnt schon die Ausbildung der drei tutenförmigen Hüllen mit einer gleichmässigen Erhebung um die ganze Knospenachse (Fig. 56, bei k). Diese den Nebenblättern entsprechende sog. Ochrea, deren Hauptblatt abortirt ist, verwächst über dem Knospengipfel und streckt sich dann. In ähnlicher Weise entstehen in gleich jungen Stadien die beiden übrigen Tuten, worauf die Knospe zur Anlage des ersten Laubblattes und

[1]) Mikosch, l. c. pag. 748.

[2]) Eichler, l. c. pag. 42.

des zugehörigen Nebenblattgebildes schreitet. Es sei noch erwähnt, dass man innerhalb der ersten und zweiten Tute häufig eine kleine, genau so gebaute Adventivknospe antrifft, die gewöhnlich verkümmert, aber sicher austreibt, wenn die Hauptknospe in ihrer Entfaltung gehindert ist. Die Achselknospen der Platane sind also von drei tutenförmigen, allseitig geschlossenen Hüllen umgeben, die sich bald mit baumförmigen Trichomen bekleiden und ihr Wachsthum schon Mitte Sommer einstellen. Die erwähnten Haare secerniren aus ihren köpfchenförmigen Endzellen eine Menge Harz, das sich namentlich zwischen den einzelnen Tuten massenhaft ablagert, und es entsteht so nach dem Absterben der Zellen aus den drei Nebenblatthüllen eine dicke, wärmende Umhüllung. Während der Haarfilz auf der Aussenseite der äusseren Tute im Laufe des Sommers sich verliert, wandeln die drei Hüllorgane sich für den Winter zu einem schlechten Wärmeleiter um, indem die Zellen sich mit Luft und Harz füllen, ihre Membranen stark verdicken und indem häufig auch durch Zerreissen des Gewebes grosse, lufthaltige Räume entstehen. Der im Sommer thätige Vegetationspunkt vermag sich nicht mit derartigen Hüllen zu umgeben, womit auch das Absterben desselben in Verbindung zu stehen scheint.

Ulmaceae.

Ulmus und *Celtis* erzielen den Schutz der ruhenden Seitenzweiganlagen durch Knospenschuppen, von denen die äussersten die junge, sich entwickelnde Knospe anfänglich ganz umhüllen, später aber dachziegelig stehen; es folgen dann die Laubblätter mit ihren Nebenblättern. Die letzteren umfassen ihre zugehörigen Hauptblätter bei *Ulmus* von der Rückenseite, bei *Celtis* hüllen die Stipeln ihr Mittelblatt nicht ein, wohl aber alle folgenden Blätter. Die Anlage der Knospen erfolgt, wie immer, in der Achsel junger dem wachsenden Scheitel benachbarter Blätter.

Salicaceae.

Bei *Populus*[1]) werden die inneren Theile der Knospe von mehreren, meist drei, an der Basis verwachsenen Niederblattpaaren umhüllt, deren

[1]) Henry, l. c. pag. 327.

Vereinigung bis über die Hälfte der Knospe hinausreicht. Die Knospen sämmtlicher *Salix*-Arten[1]) sind von einer ähnlichen mützenförmigen Hülle umgeben, wie etwa bei den Magnoliaceen oder den Platanaceen, die aber nicht einer Ochrea gleichgesetzt werden darf, sondern die als eine aus Verwachsung der Vorblätter entstandene Phyllomtute anzusprechen ist. Für diese Auffassung, der schon Henry und Hofmeister beigepflichtet haben, spricht nur das Vorhandensein zweier diametral gegenüber stehender Hauptnerven, von denen die Seitennerven auslaufen, da sie sich, wie schon Hartig[2]) nachgewiesen, congenital-verwachsen erheben, ähnlich den Nebenblättern der Platane und Magnolie. Die beiden Vorblätter entstehen bald nach Anlage des Tochtersprosses und sind schon verwachsen, ehe das Tragblatt als Ernährungsorgan thätig geworden ist. Die Epidermiszellen dieser mehrschichtigen, dickwandigen Phyllomtute sprossen zu langen, einzelligen Haaren aus, die auf der Aussenseite bald starken Cuticularschichten Platz machen. Durch dieses ebenfalls lufthaltige Schutzorgan bedarf die Knospe keiner weiteren Umhüllung durch Niederblätter, die auch in der That fehlen.

Juglandaceae.

Diese nicht stipulate Familie zeigt mit den ihr verwandten, abgesehen von wenigen Vertretern, keine Analogieen betreffs des Knospenschutzes, vielmehr knüpfen sie an die niederblattlosen Knospen der Leguminosen und Therebinthaceen an. Mit Ausnahme einiger Arten der Gattung *Carya* (*alba* und *tomentosa*) bilden sämmtliche Formen sogenannte nackte Knospen aus, d. h. die jungen Zweiganlagen beginnen direct mit einer Laubblattformation und ihre Terminalknospen werden ebenfalls von Laubblättern umhüllt, deren Fiederblättchen an dem gemeinsamen Blattstiele und jedes für sich längs seines Hauptnerven zusammengelegt sind, so dass die jungen, ruhenden Sprossanlagen nur ihre Blattstiele nach aussen kehren. Bei *Pterocarya caucasica* ist die Zahl der Fiedern der so um die Vegetationspunkte zusammenschliessenden Blätter nahezu die gleiche wie die eines Sommerblattes, nur bei *Juglans* (*nigra*) nimmt die Zahl der Fiederblättchen im Herbste ab.

[1]) Henry, l. c. pag. 329 u. Hofmeister, Physiologische Bot. Bd. I. pag. 507.
[2]) Hartig, Bot. Zeitg. pag. 255.

Immer fungiren aber diese peripheren Blätter im nächsten Frühjahre als Ernährungsorgane. *Carya amara* weicht von der letzteren Gattung nicht ab, dagegen bilden *C. alba* und *tomentosa* zahlreiche dünnhäutige, pergamentartige Niederblätter aus, die nach der Streckung der Knospen bald abfallen. Die nackten Sprossanlagen schwächen die klimatischen Einflüsse auf ein Minimum durch einen besonderen Trichomschutz ab. Sämmtliche Epidermiszellen der Blätter wachsen zu kurzgestielten Schildhaaren aus bei *Pterocarya* und *Carya amara* oder zu Sternhaaren bei *Juglans,* deren Schilder oder Sterne sich mit ihren stark verdickten Membranen an einander legen und durch ein Secret fest mit einander verkitten; hierdurch wird eine die Blätter umgebende lufthaltige Zone als schlechter Wärmeleiter geschaffen. Die beschuppten Knospen von *C. alba* und *tomentosa* bedürfen dieser Oberflächenbedeckung nicht, und es tritt in gleicher Weise wie bei *Aesculus* ein transitorisches, seidenartiges Haarkleid auf, dessen Function wohl wesentlich im Schutze der jungen, entfalteten Laubblätter bestehen dürfte.

Cupuliferae.

Die Knospen von *Quercus* (*Robur*) und *Castanea* (*vesca*) werden von zahlreichen, an ihren Rändern stark behaarten Niederblättern eingehüllt, die nach ihrer Stellung den Nebenblättern abortirter oder rudimentärer Hauptblätter zu entsprechen scheinen. Während ausser den Vorblättern die Zweigknospen von *Quercus* durch den Besitz von 6—12 Niederblattpaaren sich auszeichnen, gehen bei *Castanea* den, wie bei *Quercus,* bistipulaten Laubblättern mit längsgefalteter Lamina nur die beiden Vor- und zwei Niederblätter vorher.

Corylaceae.

Carpinus (*Betulus*) und *Corylus* (*Avellana*) besitzen ausser den trockenhäutigen, kleinen Vorblättern zwei die ganze Knospe umfassende Hüllschuppen, die ähnlich denen von *Castanea* fein behaart sind. Dieser äusseren Hülle ordnen sich dann die ebenfalls behaarten Hauptblätter mit den sie bedeckenden Nebenblättern zu.

Betulaceae.

Alnus (*glutinosa*) bildet keine Niederblätter aus, wie auch die lateralen Vorblätter den gestielten Knospen fehlen; als Schutzorgane fungiren hier

lediglich die Nebenblätter. Nach aussen schliessen die Knospen die beiden ersteren fast ganz umfassenden Nebenblätter eines vollständig entwickelten Hauptblattes ab, von denen die ersteren von pergamentartigem Aussehen und mit braunen Schuppenhaaren besetzt sind. Die Stipulae der folgenden Laubblätter nehmen nach innen zu allmählich an Consistenz und Grösse ab. Bei der sonst genau so gebauten Knospe von *Betula* sind nur die Vorblätter als trockenhäutige, rechts und links an dem Tochterspross stehende Blättchen vorhanden.

Ericaceae.

Während die meisten Ericaceen sowohl die End- als auch Achselknospen durch Ausbildung immer behaarter Niederblätter schützen, zeigt *Kalmia latifolia* gänzlich davon verschiedene Vorsichtsmaassregeln für die Knospe. An einem kräftigen Zweige bemerkt man auf den ersten Blick keine knospenartige Zusammenschliessung der jungen Blätter zum Schutze des Vegetationspunktes; vielmehr scheint die scheibenförmige Sprossspitze dieses allgemein verbreiteten Schutzes zu entbehren. Bei genauerer Betrachtung treten jedoch schützende, junge Blattanlagen hervor, die sich mit ihrer Spreite dicht auf den Vegetationspunkt legen (Fig. 62). Wie aus Längsschnitten hervorgeht, wächst das Periblem rasch in die Dicke und geht bald in den Dauerzustand über unter gleichzeitiger Emporwölbung, so dass die primäre Rinde ungefähr dieselbe Höhe einnimmt, wie das Urmeristem (Fig. 62, bei R). Dadurch wird das Blatt von seinem Entstehungsorte seitlich entfernt, und, da es auf seiner Rückenseite schneller wächst, als schützende Decke über dem terminalen Vegetationspunkt ausgebreitet.

Die Achselknospen sind nun nicht sichtbar, da sie von dem Blattstiel bedeckt sind. Wie in allen besprochenen Fällen, geschieht die Anlage der Seitenzweige gleichfalls in der Achsel ganz junger hyponastischer Blätter, die aber die zahlreichen, knöpfchenförmigen Colleteren schon verloren haben (Fig. 62, bei k), welche an den jüngsten Blattanlagen auftreten. Die Achselknospen werden auf eine ebenso einfache als wirksame Weise geschützt, auf welchen Umstand schon Henry[1]) in seiner Abhandlung aufmerksam

[1]) Henry, l. c. pag. 241.

machte. Die während ihrer Ausbildung und Ruheperiode unsichtbaren Knospen liegen nämlich so verborgen, dass sich der etwas oberhalb der Insertion angeschwollene Blattstiel gegen einen nasenartig vorspringenden Hügel der Rinde legt (Fig. 63, bei R) und sich erst dann vom Stamme zurückbiegt, während von diesem Rindenhöcker bis zur Insertion des Tragblattes zwei minder grosse Gewebeleisten herablaufen, und so den seitlichen Verschluss zu Stande bringen (Fig. 64). In der auf die beschriebene Weise geschützten Achsel vollzieht sich die Entwickelung der Knospe, deren Vorblätter sich ebenfalls in Laubblätter von geringer Grösse und kurzer Lebensdauer umwandeln, während typische Niederblätter fehlen, dagegen bei den sichtbaren Knospen von *K. glauca* vorhanden sind. Die kleinen, so verborgenen Zweiganlagen bedürfen bei *K. latifolia* wegen des gleichbleibenden Schutzes keines Haarkleides, das bei *K. glauca* die wärmende Wirkung der Niederblätter verstärkt.

Oleaceae.

Dieser Familie sind ausschliesslich streng axilläre, beschuppte Knospen eigen, deren Schutz im Sommer und Winter nur von Niederblättern ausgeübt wird. Nur bei einigen Arten von *Fraxinus* (*americana* und *Novae Angliae*) findet sich noch eine Analogie mit einigen Therebinthaceen, speciell mit *Skimma japonica* und *Xanthoxylon Bungei*, indem der Blattstiel die Knospe halb bedeckt; ob ähnlich den genannten Therebinthaceen eine intrapetiolare Entstehung der Winterknospe bei diesen Eschen anzunehmen ist, konnte leider aus Mangel an Material nicht festgestellt werden. Die meist in der Dreizahl vorhandenen Niederblattpaare bilden sich zu einem möglichst schlechten Wärmeleiter gegen Ende des Sommerwachsthums um, in ähnlicher Weise wie bei *Platanus*. Dem gleichen Zwecke dienen die becherförmigen, kurzgestielten Trichome, die namentlich auf der äusseren Seite der Vorblätter einen durch Harzausscheidung schwarz aussehenden Ueberzug bilden. Die auf die Vorblätter folgenden Niederblattpaare und die nicht stipulaten Laubblätter bekleiden sich mit einem dichten Filz langer unverzweigter Haare.

Aehnlich der Gattung *Fraxinus* verhalten sich die übrigen Oleaceen und die Jasminiaceen.

Rubiaceae.

Die einzige in unseren Gärten angepflanzte, strauchartige Rubiacee, *Cephalanthus occidentalis*, erinnert in ihrem Knospenbau an *Actinidia*. In der Blattachsel bemerkt man zu keiner Zeit Knospen, auch keinen Rindenwulst wie bei der Ternstroemeriacee, von der sie sich nur in diesem Punkte unterscheidet. Oberhalb der Blattnarbe zeichnet sich eine punktförmige Region von dem übrigen Rindengewebe durch seine dunklere Färbung aus. Diese Stelle deutet die Knospe an, welche schon früh von der Rinde überwallt wird (Fig. 59). Die Entwickelung der Rindenhülle geschieht in ähnlicher Weise wie bei *Actinidia*. Dicht unter dem wachsenden Scheitel tritt der junge Spross in der Achsel ganz junger Blätter in die Erscheinung (Fig. 60), der bald durch Streckung des darunter liegenden Gewebes seine axilläre Lage verlässt und scheinbar am Muttersprosss emporrückt. Nach der Anlage weniger Blätter beginnt die Rinde ringwallförmig den Achselspross zu umwachsen. Dieses Stadium ist schon erreicht, wenn das zugehörige Tragblatt sich vom Stamm zurückgebogen hat, und man sieht jetzt die Knospen als kleine hakenförmige Hervorhebungen. Durch das Dickenwachsthum des Internodiums werden die kleinen Zweigknospen mehr und mehr der Rinde eingesenkt, und in Folge dessen lagert sich der anfänglich senkrechte Ringwall deckelförmig auf den Gipfel der Knospe. Der so verborgene, ruhende Spross besitzt gleichfalls wie *Actinidia* wenige Niederblätter und mehrere in der Jugend als Colleteren dienende, verwachsene Nebenblätter als verstärkende Schutzmittel. Derartig geschützte Knospen treiben gewöhnlich in derselben Vegetationsperiode nicht zu Laubsprossen aus, dagegen entwickeln sich einige der Sprossspitze benachbarte Zweigknospen als Blüthensprossen.

Caprifoliaceen.

Bekanntlich besitzen fast sämmtliche Arten von *Lonicera* mehrere serial angelegte Knospen, und zwar ist die dem Tragblatt benachbarte die älteste und grösste. Diese allen bisherigen Beobachtungen und Angaben über die Anlage der serialen Knospen entgegenstehende Thatsache erhält eine Stütze auf entwickelungsgeschichtlichem Wege. Trotz zahlreicher Schnitte durch verschiedene Sprossspitzen erhielt ich immer eine Knospe in der Achsel eines Blattes, die sich rasch entwickelt und noch in derselben Vegetations-

periode auswächst. An einem etwas älteren, aber noch immer hyponastischen Blatte entsteht eine zweite Knospe nicht, wie schon erwähnt, unterhalb der zuerst angelegten, sondern oberhalb des ältesten Tochtersprosses. Auch die Annahme einer rasch hinter einander folgenden Anlage der Knospe, von denen sich dann die eine rascher entwickelt als die andere, darf als ausgeschlossen gelten. Die Winterknospen werden von mehreren trockenhäutigen Niederblattpaaren, die eines dichten Haarüberzuges, ähnlich den Sprossspitzen bei den meisten Arten, entbehren, einzig und allein geschützt. Die Blattbasen der klein bleibenden, schuppenförmigen Vorblätter verwachsen nicht, wie die mehr nach innen stehenden. Diesem Typus schliessen sich die nahe verwandten Gattungen *Sambucus* und *Symphoricarpus* in Betreff ihres Knospenschutzes an. Durch ganz entgegengesetzte Vorsichtsmaassregeln zeichnen sich die Knospen von *Viburnum* aus, welche Gattung Analogieen mit systematisch fernstehenden Pflanzen besitzt. Von Interesse ist auch noch die Erscheinung ungleicher Schutzvorrichtungen in derselben Gattung, wie es in gleicher Weise für *Rhus* und *Philadelphus* charakteristisch ist. Die erste Art des Schutzes erinnert an *Pterocarya caucasica* und verwandte Gattungen, da ebenfalls nackte, niederblattlose Knospen bei *V. Lentago, Lantana* und *dentatum* auftreten. Die Blätter rollen ihre Lamina gegen die Mittelrippe schneckenförmig ein, und sie entwickeln sich im Frühjahr zu typischen Laubblättern; die bei einigen Arten auftretenden fadenförmigen Nebenblätter erlangen wegen ihrer reducirten Gestalt keine schützende Bedeutung. Diese sog. freien Knospen bilden bei *V. Lantana* einen dichten, mehrere Millimeter dicken, weissen Haarfilz aus baumartigen, mehrzelligen und in sich verflochtenen Haaren aus, durch dessen wärmende Wirkung eine aus Niederblättern bestehende Umhüllung genügend ersetzt wird, während *V. Lentago* und *dentatum* gedrängt stehende, rostfarbene Schuppen von ähnlichem Bau wie die der meisten Juglandaceen besitzen. Von nicht geringerer Bedeutung scheint auch die Knospenlage der Blätter zu sein, da nach aussen nur die solid gebauten Blattstiele gekehrt werden, die einen stärkeren Widerstand leisten können.

In Betreff der schneckenartigen Einrollung der Spreite gleichen die Knospen von *V. Opulus, Oxycoccus, Opulifolium* den vorigen vollkommen, nur sind die Vorblätter, die bei den vorhin besprochenen Arten abortirt sind, zu einer vollkommen geschlossenen Hülle verwachsen. Der morphologische

Werth dieser allein als Schutzorgan functionirenden Hülle stimmt mit dem gleichartigen, als Phyllomtute bezeichneten Gebilde von *Salix* überein, wie auch die Entwickelung keine Abweichung zeigt. Die anfängliche Behaarung der Aussenseite weicht später mächtigen Cuticularschichten, während den Innenraum der Hülle seidenartige, lange, unverzweigte Haare durchsetzen: auch der anatomische Bau dieses eigenartigen Hüllorganes entspricht vollkommen den Anforderungen eines schlechten Wärmeleiters, wie es bei den betreffenden *Salix*-Arten beschrieben ist. —

Diese Beispiele mögen genügen, um die grosse Mannigfaltigkeit der Schutzvorrichtungen für die Zweiganlagen zu erläutern, an denen morphologisch vollkommen ungleichwerthige Gebilde theilnehmen. Gleichzeitig gliedern sich die einzelnen Schutzmittel nicht scharf von einander, sondern zu dem gleichen Zwecke combiniren sich mannigfache Gebilde.

Die verschiedenen Stadien, in denen die Knospen eines Schutzes bedürfen, lassen sich im Grossen und Ganzen in drei Phasen eintheilen. Der erste Schutz der Achselknospen fällt mit dem der Initialen des Vegetationspunktes zusammen, da alle Zweiganlagen in den Achseln junger, um den Vegetationspunkt zusammenschliessender Blätter erfolgen. Diesem durch dichtes Aneinanderschliessen der auf ihrer Aussenseite meist behaarten Blätter erzielten Schutze, dem sich zur Verhinderung einer starken Transpiration die schleimabsondernden Colleteren zugesellen, folgt die Ausbildung des Sommerschutzes meist noch in diesem Stadium. Mit diesen Vorrichtungen, die für die Erhaltung der Zweigknospen während des Sommers Sorge tragen, fallen auch bei nicht minder vielen Pflanzen die Mittel, welche die durch die Atmosphärilien hervorgerufenen Nachtheile während der winterlichen Ruheperiode aufheben, nicht selten zusammen. Jedoch auch in der letzteren entfaltet die Natur noch eigenartige Vorkehrungen zur Sicherung dieser wichtigen Organe.

Die Mehrzahl der einheimischen Laubbäume bilden besonders metamorphosirte Blätter aus, die seit Karl Schimper und Alex. Braun als Niederblätter bezeichnet werden. Obwohl von verschiedenem morphologischem Werthe, stimmen sie in ihrer anatomischen Structur im Wesentlichen überein. Von trockenhäutigem, pergamentartigem Aussehen, ohne Gliederung in die drei typischen Theile des Blattes, umfassen sie die Knospe meist über die

Hälfte. Die Niederblätter besitzen namentlich auf ihrer Aussenseite starke Cuticularschichten und nicht selten eine Trichombekleidung; Klebstoffe, wie vor Allem Harz oder Gummi, und das Fehlen von Spaltöffnungen, die nach Mikosch jedoch in geringer Anzahl an den Knospenschuppen von *Tilia* sp. vorkommen, vermeiden das Eindringen von Luft und feuchten Niederschlägen. Die stark dickwandigen, Luft oder Harz führenden Zellen setzen als schlechte Wärmeleiter den klimatischen Unebenheiten einen wirksamen Widerstand entgegen.

An dem Knospenschutze betheiligen sich auch bei den stipulaten Pflanzen die Nebenblätter. Mit C. Hilburg[1]) kann man sie ihrer Function nach in solche mit schützender Bedeutung (und dies ist bei den meisten der Fall) und in jene, welche als Ernährungsorgane dienen, wie bei einigen krautigen *Papilionaceen*, und schliesslich in scheinbar functionslose, wie die fadenförmigen Nebenblätter von *Ailanthus glandulosa*, *Viburnum Opulus* und *Evonymus europaeus*, eintheilen. Es kommen hier nur die der ersten Categorie in Betracht, die meist von elliptischer, spatelförmiger oder ovaler Gestalt in ihren anatomischen Verhältnissen genau der entsprechenden Function angepasst sind. Die Nebenblätter mit schützender Bedeutung treten in zwei Modificationen auf, je nachdem sie an dem epinastisch gewordenen Blatte persistiren oder bald abfallen. Der ersteren Erscheinung begegnet man bei vielen *Papilionaceen*, den *Rosaceen*, *Amygdalaceen* und *Pomaceen*, wo gleichzeitig der Blattstiel oberhalb der Insertion der Nebenblätter abbricht, und so ein als Gelenk bezeichneter Blattstielstummel während der Ruheperiode den immer beschuppten Knospen Schutz und Festigkeit verleiht. Diese sogenannten Stipulae adnectae der Morphologie erhalten ihre grösste Ausbildung bei *Petteria rumentacea*, indem sie sich gegen einander einrollen, und so den jungen Laubspross in wirksamer Weise schützen. Diesem letzteren Zwecke genügen die Nebenblätter der übrigen Laubbäume mit breiten, elliptischen, bald abfallenden Stipeln, wie die der meisten *Amentaceen*, nur in der Knospenlage, wo sie die etwa vorhandenen Knospenschuppen in ihrer Wirkung verstärken. Während bei der Mehrzahl der zuletzt erwähnten Pflanzen die äussere Umhüllung der Knospen von Niederblättern übernommen wird, beschränkt sie sich

[1]) C. Hilburg, l. c. Dissertation. Freiburg 1877.

bei *Alnus* (*incana* z. B.) ausschliesslich auf breite, über einander fassende dicke Nebenblätter eines ausgebildeten Laubblattes.

Den Nebenblättern homolog sind auch die tutenförmigen, überall geschlossenen Umhüllungen von *Platanus* und den *Magnoliaceen*, die bei den letzteren in der Einzahl die Knospe nach Aussen abschliessen oder, wie bei *Platanus*, zu dreien auftreten. Diese Ochrea entsteht entweder durch echte Verwachsung der Nebenblätter abortirter Hauptblätter (*Platanus*), oder die Stipeln legen sich mit ihren Rändern dicht an einander und verkleben nur (*Magnoliaceen*). Dabei erscheint wieder eine Correlation zwischen Function und anatomischer Structur, indem die für die Winterruhe bestimmten Tuten eine derbere Consistenz annehmen und sämmtliche Membranen sich stark verdicken, die schlechte Wärmeleiter, wie Luft und harzige Substanzen, umschliessen.

Blattartigen Ursprungs sind auch die vollkommen geschlossenen, durch echte Verwachsung der Vorblätter entstandenen Phyllomtuten der *Salix*-Arten und von *Viburnum Opulus*, deren Gewebe sich ähnlich wie das der Niederblätter umgebildet hat, und die genügend den Mangel sonstiger blattartiger Hüllorgane ersetzen kann.

Als Uebergänge zu diesen Phyllomtuten erscheinen die zu becherförmigen Gebilden basal verwachsenen Niederblätter wie bei *Cornus mas*, *Populus* und *Acer campestre*.

Als ein äusserst wirksames Schutzmittel, namentlich im Sommer, bildet sich ferner der Scheidentheil des Tragblattes um, der entweder vor der Anlage der Zweigknospe oder gleichzeitig mit der Knospe den Schutzapparat entwickelt; immer hat jedoch schon die Vagina die deckende Function übernommen, wenn das Tragblatt sich vom Stamm zurückgebogen hat. Die Knospen werden entweder von der Blattbasis kappen- oder mützenförmig umschlossen, oder die letztere legt sich wulstförmig über die kleinen Achsenorgane. Diese intra- oder subpetiolare Knospenlage findet sich in jungen Stadien auch bei verschiedenen Pflanzen, die später sichtbare Knospen besitzen, wie *Skimmia*, *Xanthoxylon Bungei* und *Philadelphus californicus* lehren. Mit Ausnahme von *Gleditschia*, *Aristolochia Sipho*, *Menispermum canadense* geht derartigen Pflanzen die Ausbildung von besonderen Niederblättern ab, da der junge Tochterspross sofort mit einer Laubblattformation beginnt. Die Ausbildung einer wärmenden Decke für derartige niederblattlose Knospen ist wieder äusserst mannigfacher

Natur. Die grossen Zweigknospen von *Virgilia lutea* und *Rhus glabra* stehen im Winter frei innerhalb der fast kreisförmigen Blattnarbe, und gegen die klimatischen Unbilden schützt sie ein dichter Haarpelz, aus langen, braun gefärbten Haaren bestehend, die durch einen Klebstoff fest mit einander verbunden sind. Bei anderen intrapetiolaren Knospen wird ein Winterschutz nicht minder durch eine ähnliche Behaarung, als auch durch Einsenkung in das Rindengewebe erzielt, wie bei *Sophora, Phellodendron, Ptelea* etc. Es legt sich bei den letzteren die Rinde der Knospe nicht dicht an, dagegen werden die zahlreichen serialen Zweiganlagen von *Gleditschia* überwallt. Schliesslich werden in noch anderer Weise die intrapetiolaren niederblattlosen Sprossanlagen während des Winters bei *Robinia*, den meisten *Philadelphus*-Arten, *Menispermum* und zum Theil noch bei *Gleditschia* gesichert, indem der Schutz durch Behaarung noch durch die Trennungsschicht des Tragblattes, das Articulartegment, vermehrt wird.

Eine nicht minder scharfe Sonderung in Sommer- und Winterschutz finden wir bei *Calycanthus occidentalis,* bei welcher während der Entwickelung die Knospen von der Blattbasis bedeckt sind, wo hingegen der Winterschutz vornehmlich durch ein Blattgelenk ausgeübt wird. Schliesslich führt das Beispiel gewisser *Acer*-Arten (*Pseudoplatanus, A. Negundo* etc.) zu beschuppten Knospen über, die gleichfalls mit einer Niederblattformation beginnen.

In noch anderer Weise übernimmt der Blattstiel den Sommerschutz. So umfassen bei den *Araliaceen* die lappenartig vergrösserten Flügel des unteren Theiles des Blattstieles die Zweiganlagen, die bei *Panax sessifolium* von trockenhäutigen Niederblättern, bei der immergrünen *Hedera Helix* von dicht behaarten Laubblättern umgeben sind.

Als Schutzmittel für den Winter functionirt auch der Blattstiel bei anderen Pflanzen. Die äusserst kleinen, dicht behaarten Achselknospen von *Genista* und *Spartianthus* werden während ihrer Entwickelung und Ruheperiode von dem Blattstiele verborgen, während bei *Kalmia latifolia* der Verschluss der grösseren Knospe von der Aussenwelt durch einen nasenartig vorspringenden Rindenhöcker unterstützt wird.

Eine ganze Reihe von Pflanzen entbehrt der bisher besprochenen Schutzmittel. Die einheimischen *Juglandaceen*, mit Ausnahme von *Carya alba, tomentosa* und *porcina*, sowie eine Anzahl Arten der Gattung *Viburnum*

(*Lantana, Lentago, dentatum*) zeichnen sich durch sogenannte nackte niederblattlose Knospen aus, deren äusserste Umhüllung aus Blättern besteht, die im folgenden Frühjahre ernährende Bedeutung gewinnen. Bei diesen Pflanzen dient die mimosenartige oder schneckenförmige Knospenlage, vorzüglich aber die charakteristische Schild- oder Sternbehaarung als Schutz. Mit diesen stimmen also auch die zahlreichen Arten überein, deren Zweigknospen ebenfalls sich nur durch Laubblätter auszeichnen, die sich aber im Schutze des modificirten Scheidentheiles entwickeln.

Schliesslich betheiligt sich noch die Rinde an der Erhaltung der ruhenden Sprossen, und auch dieser Modus ist kein gewissen Familien eigenthümliches Charakteristikum, sondern bestimmte Gattungen systematisch entfernt stehender Familien haben sich auf diese Art den klimatischen Verhältnissen angepasst. Hier kann man zwei Unterabtheilungen machen, je nachdem die Rinde sich dicht der Knospe anlegt und diese überwallt, wie bei *Gleditschia, Actinidia colomicta* und *polygama* und *Cephalanthus occidentalis*, oder die Knospen in einer Vertiefung der Rinde eingesenkt sind, so bei *Gymnocladus canadensis, Sophora japonica, Ptelea mollis* und *trifoliata, Cercis Siliquastrum* und *Amorpha fruticosa*. In diesem letzteren Falle beugen dem Einflusse des Mediums zahlreiche Haare vor, oder bei *Cercis* und *Amorpha*, die Niederblätter besitzen, sind die Vorblätter der Medianlinie des Tragblattes zugerückt. Hat nun die Rinde auch die Function des Sommerschutzes übernommen, so vollziehen sich derartige Umwallungen in der Achsel noch hyponastischer Blätter, wie bei *Gymnocladus, Actinidia, Cephalanthus*. Bei der subpetiolaren Anlage der Knospen geschieht die Einsenkung der Sprossen erst im Laufe des Sommers, da die letzteren auch im Sommer den Unbilden der Witterung entzogen sind.

Diese besprochenen Schutzvorrichtungen beziehen sich im Wesentlichen auf die Achselknospen, da durchaus nicht bei allen Pflanzen sich die Sprossspitze nach der Ruheperiode erhält. Ohlert[1]) hob zuerst das Fehlen der Terminalknospe einiger Pflanzen hervor, an deren Stelle im nächsten Frühjahre eine benachbarte kräftige Achselknospe tritt. Diese Eigenthümlichkeit zeichnet nicht bestimmte Familien aus, vielmehr weichen nahe verwandten Pflanzen in

[1]) Ohlert, l. c.

dieser Hinsicht von einander ab. Ohne Endknospen sind z. B.: *Ulmus campestris, Carpinus Betulus, Betula alba, Tilia, Salix, Viburnum* (*Opulus, opulifolium* und *dentatum*), *Spiraea*, *Rubus*, *Ailanthus*, *Virgilia lutea*, *Maakia amurensis*, *Gymnocladus*, *Gleditschia* (*triacanthus, ferox*), *Sophora japonica, Robinia* (*Pseudocacia, hispida, viscosa*), *Rhus glabra, Ptelea mollis* und *trifoliata, Skimmia* sp., *Xanthoxylon Bungei, Menispermum canadense, Aristolochia Sipho, Actinidia colomicta* und *polygama, Calycanthus floridus* und *occidentalis, Philadelphus, Cephalanthus occidentalis* u. a. m. Man kann hier solche Formen, bei denen die Terminalknospe schon im Hochsommer ihr Wachsthum einstellt und früh abfällt, wie z. B. bei *Virgilia lutea, Gleditschia, Rhus glabra,* den Pflanzen gegenüberstellen, deren Sprossspitze vertrocknet und erst im Laufe der Jahre abgestossen wird, wie bei *Actinidia, Cephalanthus, Gymnocladus* etc.

Eine sämmtliche Fälle umfassende Erklärung über das Fehlen der Endknospen entzieht sich unserer Kenntniss; namentlich erschwert das abweichende Verhalten systematisch nahestehender Pflanzen die erstere. Der Grund der Verkümmerung muss demnach wohl wesentlich in den inhärenten Eigenschaften der Pflanzen zu suchen sein; vielleicht spielen ernährungsphysiologische Vorgänge in dieser Hinsicht eine nicht unwesentliche Rolle, namentlich die Stoffbewegungen.

Die Resultate der vorliegenden Abhandlung lassen sich in Folgendem zusammenfassen:

Die Schutzmittel für die Zweigknospen setzen sich aus besonderen blattartigen Gebilden, aus den verschiedenen Theilen des Tragblattes, der Rinde und aus Trichomen zusammen.

I a. Die grosse Mehrzahl der dicotylen Laubbäume besitzen mit Niederblättern versehene Knospen, d. h. die letzteren sind von besonderen Blättern von verschiedenem morphologischen Werthe umgeben, deren Function lediglich eine schützende ist, und die im nächsten Frühjahre keine ernährende Bedeutung gewinnen. Aus der grossen, hierher gehörenden Anzahl sei an *Quercus, Fagus, Populus, Ulmus, Carya alba* und *tomentosa*, *Tilia, Maakia, Laburnum, Actinidia, Cephalanthus, Ailanthus* erinnert.

b. Nackte, nur von Laubblättern umgebene Knospen besitzen z. B.: *Pterocarya caucasica, Carya amara, Juglans nigra; Viburnum Lantana*, *V.*

Lentago und *V. dentatum*, *Virgilia lutea*, *Rhus glabra*, *Ptelea mollis* und *trifoliata*, *Sophora japonica*, *Robinia viscosa*. In diesem Falle bedürfen die Knospen nicht selten eines Schutzes während ihrer Entwickelung. Ohne Ausnahme macht sich ein wirksamer Trichomschutz bei diesen Pflanzen geltend, der aus stark verdickten, luft- oder harzführenden Faden-, Stern- oder Schirmhaaren besteht.

c. Eine allseitig geschlossene, durch Verwachsung des ersten Blattpaares, der Vorblätter, entstehende Phyllomtute treffen wir bei den *Salix*-Arten und *Viburnum Opulus* und *opulifolium*.

d. Eine ähnliche Umhüllung, die aber morphologisch den Nebenblättern entspricht, zeichnet die Knospen der *Platanen* und der *Magnoliaceen* aus. Diese Ochrea entsteht durch echte Verwachsung der Nebenblätter abortirter Hauptblätter bei *Platanus*, oder bei *Magnolia* und *Liriodendron* durch scheinbare Verwachsung.

e. An dem Aufbau der Knospen betheiligen sich bei den stipulaten Pflanzen gewöhnlich die Nebenblätter; Ausnahmen bilden nur die Bäume mit sehr reducirten Stipeln, wie *Evonymus*, *Ailanthus* und *Viburnum Lantana*. Wesentlich beschränkt sich der Schutz auf die Nebenblätter eines entwickelten Hauptblattes des Tochtersprosses bei den *Alnus*-Arten. In anderer Weise begegnen wir einem Stipularschutz bei *Petteria rumentacea*, wo die Achselknospe von den eingerollten grossen Nebenblättern ihres Tragblattes eingehüllt sind.

II a. Als Sommerschutz dient bei einigen Pflanzen die Blattbasis, die entweder die Achselknospe kappenförmig umhüllt oder sie wulstförmig bedeckt. Das erstere Verhältniss zeigen *Virgilia lutea*, *Rhus glabra*, *Robinia viscosa*, *R. hispida* und *R. Pseudocacia*, *Platanus* und die *Philadelphaceen* zum Theil; zu dem letzteren Modus gehören die verschiedenen *Gleditschia-Arten*, *Sophora japonica*, *Ptelea mollis* und *trifoliata*, *Menispermum canadense*, *Aristolochia Sipho*, *Negundo aceroides*, *Calycanthus floridus* und *occidentalis*.

b. Die Ablösung des Tragblattes erfolgt bei *Robinia*, *Menispermum*, bei den meisten *Philadelphaceen* und bei *Gleditschia* zum Theil in der Weise, dass die mehrschichtige Blattbasis, das Articulartegment, im Winter die Knospe bedeckt.

c. Ein wirksamer Winter- und Sommerschutz wird bei *Kalmia latifolia, Spartianthus junceus* durch einen Blattstiel erzielt, indem die Knospen auch in der Ruheperiode vollständig verborgen sind, während nicht selten bei vielen Pflanzen (zahlreichen *Papilionaceen, Amygdalaceen, Rosaceen*) der Blattabfall mit Hinterlassung eines Blattstielgelenkes erfolgt.

III. Ferner functionirt auch die Rinde bei der Erhaltung der Zweigknospen. Dieser Schutz kann einen sommerlichen, durch die Blattbasis erzielten Schutz ablösen; es erfolgt dann die Umwallung im Laufe des Sommers, wie bei *Xanthoxylon Bungei, Sophora, Skimmia, Gleditschia, Phellodendron amurense.* Kommt dem Rindengewebe auch die Sicherung der Knospen während der Entwickelung zu, so geschieht die Ueberwallung schon in sehr jungen Stadien, wenn das Tragblatt noch im hyponastischen Zustande beharrt. Als Beispiele für diesen Modus sei auf *Actinidia colomicta* und *polygama, Cephalanthus occidentalis, Gymnocladus canadensis* hingewiesen.

IV. Endlich sind die Trichome wirksame Schutzorgane. Sie dienen entweder zur Verstärkung anderer Schutzmittel oder sie übernehmen fast ausschliesslich den Schutz der ruhenden Knospen, wie bei den niederblattlosen Tochtersprossen von *Virgilia lutea, Gymnocladus, Viburnum Lentago, Pterocarya* u. a. m.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Zeichnungen sind schematisch gehalten. N. G. = natürliche Grösse. Sch. V. = schwache Vergrösserung. Die Behaarung ist meist fortgelassen. L. = Längsschnitt. Q = Querschnitt.

Gymnocladus canadensis.

Fig. 1. Stammstück mit den drei serialen Knospen, Bl. n. = Blattnarbe, K = Knospe. N. G.

Fig. 2. L. durch die älteste Knospe, St. = Stamm, P. = Periderm. Sch. V.

Fig. 3. L. durch zwei junge Knospen, deren Tragblatt Bl. noch hyponastisch; r und r' Anlage des die Knospen umfassenden Ringwalls. Sch. V.

Fig. 4. L. durch die älteste Knospe, Tragblatt noch hyponastisch. Sch. V.

Virgilia lutea.

Fig. 5. Zweigende im Spätsommer; n. = Narbe der abgestossenen Sprossspitze. N. G.

Fig. 6. L. durch eine wachsende Sprossspitze mit drei jungen Blattanlagen b_1, b_2, b_3; bei b_1, b_2 beginnt die Ausbildung des die Knospe umhüllenden Schutzapparates; in a' bei b_3 tritt der dem Stamm zuwachsende, axipetale Vegetationspunkt auf; unter b_3 Anlage der Achselknospe. Sch. V.

Fig. 7. L. Weiteres Stadium, Tragbl. Bl. noch hyponastisch. Sch. V.

Fig. 8. L. Bl. hat sich vom Stamm zurückgebogen, Bezeichnung wie in Fig. 7. Sch. V.

Fig. 9. L. Das Blatt schickt sich zum Abfall bei t an. Sch. V.

Fig. 10. Zweigende von **Maakia amurensis,** n wie in Fig. 5. N. G.

Gleditschia.

Fig. 11. *Gl. triacanthos;* Knoten; c Caulomstachel, K Knospe. N. G.

Fig. 12. L. durch einen entblätterten Knoten von *Gl. sinensis;* g Blattstielstummel; k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 Knospen; p Periderm. Sch. V.

Fig. 13. *Gl. sinensis*; L. durch die Sprossspitze; c Anlage des Caulomstachels in der Achsel des Tragblattes Bl. Sch. V.

Fig. 14. *G. sinensis*; L. durch einen Knoten; das noch hyponastische Tragblatt Bl. beginnt die Ausbildung des Schutzapparates; k_1, k_2 Anlage der Winterknospen. Sch. V.

Fig. 15. *G. sinensis*. L. Das Tragblatt beginnt die Rückbiegung vom Stamm; Bez. wie in Fig. 14.

Sophora japonica.

Fig. 16. Stammstück, links nach dem Blattabfall, rechts vor demselben. N. G.

Fig. 17. L. durch einen Knoten kurz vor dem Blattabfall, t Trennungsschicht des Blattes Bl. Sch. V.

Fig. 18. L. durch eine Sprossspitze mit mehreren Blattanlagen; k Anlage der Knospe, b' Ausbildung der deckenden Blattstielbasis. Sch. V.

Fig. 19. Weiteres Stadium, Bl. noch hyponastisch. Sch. V.

Fig. 20. Das Tragblatt beginnt die Rückbiegung vom Stamm; gleichfalls erfolgt die Einsenkung in die Rinde.

Robinia.

Fig. 21. Knoten von *R. hispida*. s Sommerspross, der sich aus der Knospe k der Fig. 22 entwickelt. N. G.

Fig. 22. *R. viscosa*. L. durch die Sprossspitze; a Ausbildung des sommerlichen Schutzapparates. Sch. V.

Fig. 23. Desgl. L. durch die drei serialen Knospen k_1, k_2, k_3, deren Tragblatt Bl. noch nicht entfaltet ist. Sch. V.

Fig. 24. *R. Pseudocacia*. L. durch einen Knoten kurz vor dem Blattabfall; das Tragblatt löst sich vom Stamm mit Hinterlassung eines Articulartegmentes t ab; sonst wie Fig. 23.

Fig. 25. Knoten von **Petteria rumentacea**, wenig vergrössert.

Fig. 26. Desgl. von **Spartianthus junceus.**

Philadelphus.

Fig. 27. Knoten von *Ph. Gordonianus*, links vor, rechts nach dem Blattabfall. N. G.

Fig. 28. L. durch einen Sprossgipfel, bei k erfolgt die Anlage der Knospe intrapetiolar. Sch. V.

Fig. 29. L. durch eine Knospe kurz vor dem Blattabfall, der bei t erfolgt. Sch. V.

Fig. 30. **Negundo aceroides.** Knoten. N. G.

Fig. 31. L. durch eine Knospe von *N. aceroides*, wenig vergrössert.

Fig. 32. **Acer campestre,** links nach, rechts kurz vor dem Blattabfall; Knospengipfel wenig sichtbar. N. G.

Rhus glabra.

Fig. 33. Stammstück. N. G.

Fig. 34. L. durch eine Knospe kurz vor dem Blattabfall. Sch. V.

Fig. 35. L. durch eine Sprossspitze; bei a beginnt die kappenförmige Entwickelung der Knospe K. Sch. V.

Fig. 36. Zweigstück von **Phellodendron amurense.**

Fig. 37. L. durch einen Knoten kurz vor dem Blattabfall, von derselben Pflanze.

Fig 38. **Ptelea trifoliata.** Zweigende; n Narbe der abgestossenen Zweigspitze; die Knospe K ist für die Verlängerung des Zweiges im nächsten Frühjahre bestimmt.

Fig. 39. *Ptelea mollis.* Subpetiolare Anlage der Knospe, deren Tragblatt noch die knöpfchenförmigen Colleteren besetzt.

Fig. 40. L. Desgl. kurz vor der Ablösung des Blattes bei t.

Fig. 41. *Ptelea mollis.* L. Weiteres Stadium; das Tragblatt ist vom Stamm zurückgebogen.

Fig. 42. Stammstück von **Ailanthus glandulosa.** N. G.

Fig. 43. L. **Aristolochia Sipho.** Die zahlreichen serialen, dicht behaarten Knospen sind von dem Blatte helmartig bedeckt. Sch. V.

Fig. 44. *Aristolochia Sipho.* Q. durch eine kräftige Knospe; durch Fig. 43 und 44 wird auch die Knospenlage des einzigen Niederblattes sch sehr deutlich.

Actinidia colomicta.

Fig. 45. Zweigstück; das Tragblatt Bl. fällt bei t ab; o Oeffnung, die zu den überwallten Knospen führt; wenig vergrössert.

Fig. 46. L. Anlage der Knospe k in der Achsel eines dem wachsenden Scheitel benachbarten Blattes Bl.

Fig. 47. L. Weiteres Stadium; Bl. noch hyponastisch; der Achselspross rückt am Internodium empor; bei r und r' beginnt die Ueberwallung der Knospe. Sch. V.

Fig. 48. L. Das Tragblatt entfaltet sich; die Ueberwallung nahezu beendet. Sch. V.

Fig. 49. L. kurz vor dem Blattabfall; Knospe vollständig überwallt. Sch. V.

Fig. 50. **Calycanthus occidentalis.** Stammstück; rechts nach, links vor dem Blattabfall. N. G.

Fig. 51. L. durch einen entblätterten Knoten; das Blattgelenk Bl. G. bedeckt die drei Knospen fast ganz.

Fig. 52. **Menispermium canadense.** L. durch einen Knoten kurz vor dem Blattabfall; t Trennungsschicht; die einzige Knospenschuppe sch besitzt eine ähnliche Knospenlage, wie die bei *Aristolochia Sipho* Fig. 44 und 43. Sch. V.

Fig. 53. Desgl. L. Anlage der Knospe und Ausbildung des deckenden Theiles der Blattbasis. Sch. V.

Fig. 54. Desgl. Weiteres Stadium; Tragblatt noch hyponastisch. Sch. V.

Platanus occidentalis.

Fig. 55. Zweigstück.

Fig. 56. L. durch den Sprossgipfel, t Ochrea des Blattes Bl.; unter dem letzteren vollzieht sich die Anlage der Achselknospe K, an der schon die erste Ochrea angelegt ist.

Fig. 57. Weiteres Stadium; die erste Ochrea der Achselknospe vollkommen geschlossen.

Fig. 58. Weiteres Stadium. Das Tragblatt ist im Entfalten begriffen.

Fig. 59. **Cephalanthus occidentalis.** Knoten wenig vergrössert.

Fig. 60. L. Anlage der später vollkommen überwallten Knospen.

Fig. 61. **Kalmia latifolia.** Knoten. R bedeutet den nasenförmig vorspringenden Rindenhöcker, wodurch die Knospe im Verein mit dem Blattstiel vollkommen bedeckt wird.

Fig. 62. Desgl. L. Terminaler Vegetationspunkt V mit drei jungen Blattanlagen; R Anlage des Rindenhöckers; K Knospe.

Fig. 63. L. durch eine ausgewachsene Knospe von *Kalmia latifolia;* Bezeichnung wie in Fig. 62.

Fig. 64. Q durch die Knospe von *Kalmia latifolia;* Bl. Tragblatt, St. Stamm.

gez. v. A. Feist. Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

A. Feist: Schutzeinrichtungen der Laubknospen. Taf. I.

gez. v. A. Feist.

A. Feist: Schutzeinrichtungen der Laubknospen. Taf. 2.

NOVA ACTA
der Ksl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher
Band LI. Nr. 6.

Untersuchungen

über den

Bau der Speicheldrüsen und des dazu gehörenden Nervenapparats von Blatta.

Von

Bruno Hofer.

Mit 3 Tafeln Nr. XLVII—XLIX.

Eingegangen bei der Akademie am 31. Mai 1886.

HALLE.
1887.
Druck von E. Blochmann & Sohn in Dresden.
Für die Akademie in Commission bei Wilh. Engelmann in Leipzig.

Inhaltsangabe.

Einleitung . . . . . Seite 5—10

A. Vom Bau der Speicheldrüsen:

1) Gröberer Bau und Mechanismus . . . . . „ 11—13

2) Histologie und Function der Speicheldrüsen . . . . . „ 14—21

B. Vom Nervenapparat:

1) Vom unpaaren und paarigen Eingeweidenervensystem . . . „ 22—29

2) Vom Zusammenhang der Nerven mit den Speicheldrüsen . . „ 29—40

3) Von der feineren Verbindung der Nerven mit den Drüsenzellen „ 40—44

Tafelerklärung . . . . . „ 45—49

Litteraturverzeichniss . . . . . „ 50—54

Einleitung.

Obwohl durch exacte physiologische Experimente in sehr eingehender Weise besonders von Heidenhain [1]) an den Speicheldrüsen der Wirbelthiere mit Sicherheit festgestellt und allgemein anerkannt ist, dass nicht nur die Function der Speicheldrüsen überhaupt unter dem Einfluss der Nerventhätigkeit steht, sondern dass eine doppelte Innervation einerseits vom Gehirn direct, andererseits vom Sympathicus aus stattfinden müsse; ist es dennoch trotz eifriger Bemühungen bisher nicht gelungen, den sicheren anatomischen Nachweis für die erwähnten physiologischen Postulate zu liefern.

Freilich hat Pflüger [2]) zu wiederholten Malen eine Verbindung der Nervenfibrillen und der Speicheldrüsenzellen an Wirbelthieren eingehend beschrieben, jedoch erfreuen sich seine Beobachtungen bei der Mehrzahl der mit demselben Gegenstande beschäftigten Forscher keiner Bestätigung, so dass Heidenhain [1c]) in Hermanns Handbuch der Physiologie sagen konnte: „So lange aber eine wissenschaftliche Angabe noch von der ganz überwiegenden Mehrzahl der Fachmänner trotz der eifrigsten Bemühungen zu ihrer Bestätigung angezweifelt wird, darf die Untersuchung noch nicht als abgeschlossen und ihre Resultate nicht als endgültig festgestellt angesehen werden."

[1]) Heidenhain: a. Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. IV. 1868.
b. Die acinösen Drüsen der Schleimhäute, insbesondere der Nasenschleimhaut. Breslau 1870.

[2]) Pflüger: Die Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. V. p. 193.

[1c]) Hermanns Handbuch der Physiologie V. Bd.: Heidenhain, Physiologie der Absonderungsvorgänge, 1. Abth.: Speicheldrüsen, p. 30.

Hat es sich demnach herausgestellt, dass die Frage nach der Innervation der Speicheldrüsen bei Wirbelthieren eine noch offene ist, und dass die Schwierigkeiten, dieselbe an diesen Objecten zu lösen, für die augenblicklich vorliegenden Hülfsmittel noch unüberwindliche scheinen; so blieb doch noch die Hoffnung vorhanden, an wirbellosen Thieren, bei denen man auf einfachere Verhältnisse rechnen durfte, zuverlässigere Resultate zu erzielen.

Aber auch in diesem Gebiete stellen sich der Beobachtung nicht geringe Hindernisse in den Weg, wie wir schon aus dem Umstande entnehmen können, dass die sonst so bewunderungswürdig genau arbeitenden alten Entomotomen entweder gar keine oder nur sehr spärliche Angaben machen über Nerven, welche die Speicheldrüsen versorgen.

Der erste, welcher, wenn auch nicht an Speicheldrüsen, so doch an den ihnen im Bau am nächsten stehenden Sericterien von *Cossus ligniperda* Nerven beschreibt, ist Lyonet[3]) gewesen, dessen Angaben einerseits von Joseph[4]) Bestätigung gefunden haben, andererseits aber von Leydig[5]) neuerdings stark bezweifelt worden sind.

Wie dem auch sei, jedenfalls haben Lyonets bezügliche Befunde wenig Anregung zu gleichen Untersuchungen gegeben, da wir uns in der einschlägigen Litteratur lange darauf vergeblich nach ähnlichen Angaben umsehen.

Erst bei J. Fr. Brandt[6]) finden wir eine durch bildliche Darstellung belegte Notiz über einen Drüsennerven von *Blatta orientalis*, welcher von dem auf dem hinteren Theile des Oesophagus liegenden Ganglion zu den Speicheldrüsen hinaufzieht. Allein, wie ich mich an sehr vielen Exemplaren mit Sicherheit überzeugen konnte, ist der von Fr. Brandt beschriebene Nerv eine Trachee, welche bei allen von mir untersuchten Exemplaren denselben constanten und von Brandt auch ziemlich richtig angegebenen Verlauf einhält.

---

[3]) Lyonet: Chenille, qui ronge le bois de saule. 1762, p. 499.

[4]) Joseph: Zool. Anzeiger 1880, p. 326.

[5]) Leydig: Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere. Bonn 1883, p. 136.

[6]) J. Fr. Brandt: Bemerkungen über die Mundmagennerven oder Eingeweidenerven der Evertebraten. Mém. Acad. St.-Pétersbourg. 6e Série, Tom. 3. Sc. nat. 1835.

Obwohl nun dieser Befund Brandts erst neuerdings von Cholodkowsky[7]) eine Berichtigung erfahren hat und sogar in Wagners[8]) Lehrbuch der Zootomie übergegangen ist, so ist derselbe auch ohne wesentlichen Einfluss geblieben.

Ueberhaupt scheint die Frage nach der Innervation der Speicheldrüsen bis in die neuere Zeit wenig Interesse erregt zu haben, ein Umstand, der seine Erklärung in den jeweiligen Vorstellungen von dem Bau und besonders der Function der Speicheldrüsen findet.

Denn während man bis auf Joh. Müller[9]), welcher in seiner klassischen Arbeit über den feineren Bau der Speicheldrüsen zuerst die Structur derselben kennen lehrte, die Drüsenthätigkeit in den Blutgefässen suchte, also überhaupt nicht auf die Idee specifischer Speicheldrüsennerven kommen konnte, enthielt die sich darauf besonders nach der Entdeckung der Diffusionserscheinungen Bahn brechende Anschauung von der nur auf rein physikalischen Principien basirenden Secretionsthätigkeit auch keinen Hinweis auf die Anwesenheit nervöser Apparate innerhalb der Drüsengewebe.

Jedenfalls finden sich in Meckels[10]) umfangreicher Micrographie einiger Drüsenapparate durchaus keine Angaben über etwaige Innervation der Drüsenzellen, und auch Leydig[11]), dessen Untersuchungen der Zeit nach folgen, legt seinen ersten Angaben über die Versorgung der Malpighischen Gefässe einiger Raupen durch Nerven nicht den gebührenden Werth bei.

So blieb es denn den epochemachenden Untersuchungen Ludwigs und Heidenhains vorbehalten, durch den physiologischen Nachweis von Nerveneinflüssen auf die Secretionsthätigkeit der Drüsen die Aufmerksamkeit der Anatomen einmal auf den Zusammenhang von Nerv und Drüse überhaupt, dann aber auch auf die feinere Art und Weise desselben gerichtet zu haben.

[7]) Cholodkowsky: Horae soc. ent. Ross. Petersburg 1881, Bd. XVI., p. 6 ff.

[8]) Wagner: Zootomie. 2. Theil. Vergleichende Anatomie der Wirbellosen von Frey und Leuckart, p. 46.

[9]) Joh. Müller: De glandularum secernentium structura penitiore earumque prima formatione in homine atque animalibus.

[10]) Meckel: Micrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere, Müllers Archiv 1846.

[11]) Leydig: Lehrbuch der Histologie, p. 474, Fig. 234.

Die erste Frucht dieser von der Physiologie ausgehenden Anregung ist die Untersuchung Kupffers[12]) an den Speicheldrüsen von *Blatta orientalis*.

An diesem trefflichen Object beschreibt Kupffer einen specifischen Drüsennervenapparat sowohl in Bezug auf den Ursprung der einzelnen Nervenstämme, als auch auf ihren histologischen Bau und ihre feinere Verbindung mit den Zellen der Speicheldrüsen.

Darnach treten sowohl aus dem Ganglion supraoesophageum direct, als auch aus dem unpaaren Eingeweidenerven, andererseits aus der paarigen Längscommissur zwischen dem Ganglion infraoesophageum und dem ersten Brustganglion, bisweilen auch aus dem letzteren Nervenstämme aus, welche sich zwischen den Drüsenlappen verästeln und sich mit den peripheren Zellen eines Acinus derartig verbinden, dass, während das Neurilemm mit der membrana propria verschmilzt, sich die Fibrillen des Nerven unter dichotomer Theilung in das spongiöse Protoplasmanetz der Drüsenzellen fortsetzen und bis zu der sogenannten retortenförmigen Kapsel verfolgen lassen.

So bestimmt aber auch Kupffer diese seine Behauptungen ausgesprochen hat, so stiessen dieselben doch auf lebhaften Widerspruch, und, wie wir im Verlaufe meiner Arbeit sehen werden, mit vollem Recht, da einerseits manche seiner Detailangaben auf fehlerhafter Beobachtung beruhen, andererseits aber zu wenig Werth auf den Ursprung und den continuirlichen Verlauf der Nerven bis zu den Drüsen gelegt wurde. In diesem Umstande aber hätte gerade die grösste Beweiskraft gelegen, wie ich unten darzuthun Gelegenheit nehmen werde.

Es erfuhren daher auch die Angaben Kupffers bald von Seiten Engelmanns[13]) eine Zurückweisung, indem dieser Forscher die von Kupffer für Nerven gedeuteten Gebilde für Bindegewebsstränge erklärte und dieselben wegen ihrer Aehnlichkeit mit echten Nerven mit dem Namen „Neuroidfasern" belegte, einem Namen, der, wie ich glaube, eher zur Verwirrung als zur Klärung der Frage beigetragen hat.

[12]) Kupffer: a. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. IX., p. 387.
b. Beiträge z. Anat. u. Physiologie, als Festgabe Carl Ludwig gewidmet. Leipzig 1875, p. 64 ff.

[13]) Engelmann: Ueber Drüsennerven. Bericht über einige in Gemeinschaft mit Th. W. van Lith de Jeude angestellte Untersuchungen. Separat-Abdruck aus Pflügers Archiv für die gesammte Physiologie. Bd. XXIV., 1881.

Dagegen beschrieb Engelmann einen nach seiner Meinung zweifellos echten Nervenapparat an den Speicheldrüsen von *Bombus*. Hier verzweigt sich ein Nerv zwischen den einzelnen Drüsenkölbchen, um dieselben mit je einem Nervenast zu versorgen, welcher in directem Contact mit dem Protoplasma einer Drüsenzelle steht, ohne besondere Structurverhältnisse an seinem Ende erkennen zu lassen.

Aber auch diese Untersuchungen blieben nicht ohne erheblichen Einspruch, indem nämlich der auf diesem Gebiete unterrichtetste und erfahrenste Forscher, Leydig[5]), die Angaben Engelmanns negirte, und in den von Engelmann für Nerven erklärten Stämmen Spuren von Querstreifung und stellenweise plattenförmige Ausbreitung nachwies, welche nur auf Muskeln resp. elastische Fasern bezogen werden konnten.

In gleicher Weise widerrief Leydig[14]) seine früheren Angaben über die Nervenendigungen an Malpighischen Gefässen der Raupen und konnte sich trotz eingehender Studien an Secricterien und Speicheldrüsen bei keinem einzigen Object von der Anwesenheit specifischer Nerven überzeugen, so dass er zu dem Resultate kam: „Einstweilen kennt man daher im Körper der Insekten keine Drüsenzellen, welche Nerven aufnehmen.“[5])

Und an diesem so allgemein ausgesprochenen Satze dürften die von Leydig abweichenden Angaben, welche in neuerer Zeit auch mehr gelegentlich gemacht sind, wohl wenig zu ändern vermocht haben. Denn wenn auch Chun[15]), Schindler[16]) und Schiemenz[17]) für eine Innervation der Drüsenapparate eingetreten sind, so haben auch sie aus dem oben angeführten Grunde die sichere Ueberzeugung wohl nicht erwecken können, dass sie es wirklich mit echten Nerven zu thun gehabt hätten.

[5]) Leydig: Loc. cit. Nr. 5, p. 129 ff.

[14]) Leydig: Bemerkungen über die Farben der Hautdecke und Nerven der Drüsen bei Insekten. Archiv f. micr. Anat., Bd. 12, 1876.

[5]) Leydig: Loc. cit. Nr. 5, p. 141.

[15]) Chun: Ueber den Bau, die Entwickelung und physiologische Bedeutung der Rectaldrüsen bei den Insekten. p. 24.

[16]) Schindler: Beiträge zur Kenntniss der Malpighischen Gefässe der Insekten. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 30. p. 587.

[17]) Schiemenz: Ueber das Herkommen des Futtersaftes und die Speicheldrüsen der Biene, nebst einem Anhang über das Riechorgan. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 38. 1883. p. 71 ff.

Mit dieser historischen Uebersicht über die Entwickelung und den Stand der Frage nach der Innervation der Speicheldrüsen glaube ich eine erneute Untersuchung über dieselbe genügend motivirt zu haben.

Dieselbe wurde auf Anregung meines verehrten Lehrers, des Herrn Prof. Rich. Hertwig, in dem Königsberger Laboratorium begonnen und unter Herrn Prof. C. Chun fortgesetzt und beendigt.

Ich erfülle eine angenehme Pflicht, wenn ich diesen meinen hochverehrten Lehrern für das freundliche Interesse, welches sie meiner Arbeit geschenkt haben, und die guten Rathschläge, womit sie dieselbe förderten, an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank sage.

A. Vom Bau der Speicheldrüsen.

1. Gröberer Bau und Mechanismus.

Die Speicheldrüsen der Blatten liegen, wie zahlreiche frühere Untersuchungen nachgewiesen haben, lateral und ventral vom Oesophagus, die Gestalt desselben nachahmend, in Form von je zwei Längszügen, welche zwischen sich die beiden sackförmigen Reservoire einschliessen. Jeder der vier Längszüge gliedert sich unter fortschreitender lappiger Verästelung in immer kleinere Gruppen, bis wir schliesslich auf ein flach scheibenförmiges Endstück, den Acinus, stossen, welcher die Drüsenzellen von einer gemeinsamen membrana propria umschlossen erkennen lässt. Aus jedem Acinus tritt ein Ausführgang und vereinigt sich mit demselben Gebilde seiner benachbarten Acini unter steter Vergrösserung seines Lumens, bis schliesslich die vier den Längszügen der Drüsen entsprechenden Ausführgänge zunächst zu zweien und dann zu einem gemeinsamen Sammelgang zusammentreten, welcher seinen Inhalt in den durch Verschmelzung der beiden Ausfuhrgänge der Reservoire entstandenen Speichelgang entleert. (Taf. 2. Fig. 1. und Fig. 6.)

Genauere, auch bildliche Darstellungen dieser Verhältnisse finden wir in den Abhandlungen von L. Dufour[18]), Fr. Brandt[6]), Huxley[19]), Kupffer[12]), Cholodkowsky.[7])

Wenn ich mich auch, um Wiederholungen zu vermeiden, auf die soeben citirten Arbeiten berufen kann, so habe ich doch einige Bemerkungen zur Frage nach dem Aufhängeapparat der ganzen Drüse hinzuzufügen.

[18]) Léon Dufour: Recherches anatomiques sur les Orthoptères.

[19]) Huxley: Handbuch der Anatomie der wirbellosen Thiere.

Letztere wird nämlich bei *Blatta orientalis* ausser durch den Fettkörper und ein recht zahlreiches und festes Tracheennetz, besonders durch einen von der Unterseite des Oesophagus ziehenden, paarigen, quergestreiften Muskel in suspenso erhalten, auf welchen schon Cholodkowsky hingewiesen hat, ohne freilich näher seine Insertion zu berücksichtigen. Dieselbe bietet aber ein so eigenartiges Verhalten dar, dass ich es der Mühe für werth halte, näher darauf einzugehen.

Es setzt sich nämlich der erwähnte Muskel an der Stelle, wo sich das Reservoir zu seinem Ausführgang verjüngt, derartig an ersteres an, dass sich etwa ein Drittel vor seinem Ende ein Theil der Muskelbänder abspaltet und pinselförmig ausstrahlend der Länge nach mit der Wand des Reservoirs verwächst.

Der weitaus grössere Theil der Muskelbündel legt sich nun hackenförmig, nach dem Rücken des Thieres zu gekrümmt, um den Ausführungsgang (Speichelgang), ohne aber weder in seinem weiteren Verlauf, noch an seinem eigentlichen Ende mit dem Ausführungsgange oder einem anderen Theile der Drüse zu verwachsen. Wir haben es hier also mit einem Muskel zu thun, welcher an einem Ende frei ist. Dass dieser Muskel dort nicht etwa abgeschnitten sein konnte, folgt einmal aus der Constanz, mit welcher er stets in derselben Weise zu Tage trat, andererseits aber besonders aus dem Umstande, dass das Sarkolemm continuirlich über das freie Ende der Fibrillenbündel hinwegzieht.

Die Wirkung dieses Muskels, über dessen Innervation ich weiter unten sprechen werde, ist theilweise schwer verständlich. Jedoch zweifle ich nicht, dass der eine Theil seiner Fibrillenbündel, welcher mit dem Reservoir verwächst, mit der Contraction desselben behufs Entleerung des Speichels betraut ist, während er mit seinem hakenförmig gebogenen starren Ende, ähnlich wie die von Weismann[20]) beschriebenen Intervisceralmuskeln, die Accommodation der Speicheldrüsen an die Bewegungen des Körpers besorgt.

Dazu gesellt sich bei *Blatta germanica* an dem hinteren Ende des Reservoirs noch ein kräftiger Muskel, der wohl hauptsächlich mit der Speichelentleerung betraut ist.

[20]) Weismann: Die nachembryonale Entwickelung der Musciden. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 14.

Indem ich den Mechanismus der Speichelentleerung weiter verfolgte, richtete ich meine Aufmerksamkeit besonders auf die Ausmündung des Speichelganges.

Derselbe entleert seinen Inhalt in die Mundhöhle, wie schon Burmeister in seinem Handbuch der Entomologie für *Blabera trapezoides* nachweist. Unrichtiger Weise haben dagegen Basch[21]) und Kupffer[12]) von einer Einmündung der Drüse in den Oesophagus gesprochen, sind jedoch schon von Cholodkowsky[7]) in diesem Irrthum berichtigt worden. Ich muss letzterem Beobachter vollkommen beistimmen, da eine Verbindung des Speichelganges mit dem Oesophagus durch das Dazwischentreten des sehr massigen Hypopharynx völlig ausgeschlossen ist.

Auf sagittalen Längsschnitten durch den Kopf von *Blatta orientalis* (Taf. 2. Fig. 11) überzeugt man sich leicht davon, dass der Speichelgang zwischen Hypopharynx und Unterlippe liegt, indem er vollständig mit den äusseren Wandungen dieser Theile verwächst.

Gegen das Ende des Speichelganges befinden sich in demselben zwei nach vorn zu gebogene und in derselben Richtung mit feinen Zähnen besetzte sehr stark entwickelte Haken. Dieselben bewirken einen vollständigen Verschluss des Speichelganges und verhindern ein Rückfliessen des Speichels, welcher sich in der auf diesen Verschluss folgenden Erweiterung des Speichelgangs angesammelt hat. Aus dieser Erweiterung, welche sich besonders in der Richtung von der Ober- zur Unterlippe vollzogen hat, wird der Speichel, jederzeit zum sofortigen Gebrauch vorräthig, durch die Fressbewegungen der Unterlippe und des Hypopharynx in directe Berührung mit der Nahrung gebracht, noch bevor dieselbe in den Oesophagus eintritt. Ein weiteres Nachfliessen des Speichels wird dann ermöglicht, indem zwei in dem Hypopharynx und in der Unterlippe in entgegengesetzter Richtung wirkende Muskelgruppen den Verschlussapparat des Speichelgangs öffnen, so dass der Speichel in Folge des von dem oben beschriebenen Intervisceralmuskel auf das Reservoir wirkenden Druckes austreten kann.

Meine Fig. 11 (Taf. 2), welcher ein sagittaler Längsschnitt durch den Kopf von *Blatta orientalis* zu Grunde gelegt ist, erläutert diese Verhältnisse am besten.

---

[21]) Basch: Ueber das chylo- und uropoetische System der Blatta orient. Sitzungsber. der Wien. Akad. 1858.

2. Histologie der Speicheldrüsen.

Der feinere Bau der Speicheldrüsen wurde von Kupffer zuerst genauer untersucht. Nach den Angaben dieses Forschers ist ein Acinus aus zweierlei Zellen zusammengesetzt, einmal aus centralen, sodann aus peripheren, zwischen denen ein anatomischer Unterschied besteht, insofern als die letzteren ein central gelegenes Secretionsbläschen in Form einer Retorte besitzen, welche den centralen Zellen fehlt. Die Zellkerne, welche nach Kupffer kein Kernkörperchen besitzen sollen, liegen in den centralen Zellen in der Mitte, in den Kapselzellen jedoch excentrisch. Die Structur des Protoplasma der Drüsenzellen ist nur theilweise beschrieben worden.

Will man sich über diese Verhältnisse ein Urtheil verschaffen, so hat man in erster Linie festzustellen, in welchem Secretionszustande sich die Drüse befindet, da ihre Structur offenbar ihrer Function entspricht und je nach dem Wechsel der letzteren auch wechselnde Bilder zur Schau trägt.

Leider stand mir kein künstliches Mittel zur Verfügung, durch welches die Secretion der Drüse beschleunigt oder sistirt werden konnte, so dass ich allein darauf angewiesen war, durch abwechselndes Entziehen und Verabreichen von Nahrung verschiedene Functionszustände der Drüse hervorzurufen. Auf diese Weise konnte ich es durch sehr langes Entziehen von Nahrung an einer *Blatta* erreichen, dass ihre Drüsen sich im Ruhezustand befanden, andererseits aber wollte es nicht gelingen, die Drüse derartig in Thätigkeit zu versetzen, dass sie sich etwa total erschöpft hätte. Ich konnte daher zum Vergleich mit einer ruhenden Drüse nur eine normal arbeitende heranziehen, wurde aber trotz dessen in den Stand gesetzt, auf Grund der entsprechenden anatomischen Befunde die Function der Drüse theilweise zu erkennen.

Wenden wir uns zunächst zur Untersuchung einer normal functionirenden Drüse, die wir am besten einer reichlich mit Nahrung versehenen *Blatta germanica* entnommen haben, indem wir dieselbe entweder in ihrem eigenen Secret beobachten oder in sogenannter physiologischer Kochsalzlösung von 0,75 Procent, welche keine erkennbaren Veränderungen hervorruft.

Zunächst constatiren wir, dass, wie Kupffer[12]) richtig angegeben hat, zweierlei Zellen einen Acinus zusammensetzen, einmal kapselhaltige, zweitens kapsellose. Wenn aber Kupffer behauptet, dass die kapselhaltigen Zellen nur

peripher, die kapsellosen dagegen nur central liegen, so befindet er sich insofern im Irrthum, als letztere auch die Peripherie eines Acinus erreichen können; mithin ist der von Kupffer aufgestellte Unterschied zwischen peripheren und centralen Zellen nicht stichhaltig. Ueber diese Lagebeziehungen der beiden Zellarten geben am besten Schnitte durch die Drüse Aufschluss, von welchen einer in Taf. 1. Fig 8 dargestellt ist, der, wenn er auch überwiegend mehr kapselhaltige Zellen an der Peripherie aufweist, so doch kapsellose peripher gelagerte nicht vermissen lässt.

Die kapselhaltigen Drüsenzellen zeigen nun, frisch untersucht, folgende Structur:

Dicht unter der membrana propria, zwischen dieser und der retortenförmigen Kapsel, zeigt das Protoplasma eine sehr feine Streifung, welche durch reihenförmig angeordnete Protoplasmakörnchen bedingt wird. An dieser Streifung betheiligt sich nur das sogenannte Spongioplasma, während das viel heller erscheinende Hyaloplasma die Zwischenräume ausfüllt und der Masse nach geringer entwickelt ist.

Ich kann mich daher mit der Darstellung Kupffers nicht einverstanden erklären, wonach das Protoplasma an diesem Theile der Zelle ein sehr zartes Netzwerk von Spongioplasma aufweist, in dessen einzelnen Maschen das Hyaloplasma sehr massig entwickelt enthalten sei; vielmehr muss ich gerade das umgekehrte Massenverhältniss dieser beiden Protoplasmatheile constatiren.

Diese radiäre Streifung des Protoplasma verliert sich aber auf den Seiten und nach dem verjüngten Ende der Kapsel zu, um hier ein netzförmiges Aussehen mit weiten Maschen anzunehmen.

Der Kern dieser Zellen liegt stets excentrisch, und zwar meistens auf der dem Retortenhalse abgewandten Seite, auf der Grenze zwischen dem radiär gestreiften und dem spongiösen Theile des Protoplasma.

Nach Kupffer besitzt derselbe nie ein Kernkörperchen. Dagegen finde ich den Kern der frischen Drüse folgendermaassen gebaut:

Er besitzt eine typisch kugelförmige Gestalt und setzt sich scharf gegen das umgebende Protoplasma ab, so dass man annehmen kann, er werde von einer Membran begrenzt.

Unmittelbar unter dieser Membran bildet das Chromatin ein feines dichtes Lager, von welchem spitz dreieckige Ausläufer in der Richtung nach

dem Centrum zu verlaufen. Hier, zuweilen aber auch etwas excentrisch, verdichtet sich das Chromatin zu einem entweder runden oder auch unregelmässig geformten grossen Kernkörperchen, während es zwischen diesem und der radiär streifigen peripheren Zone ein feines Gitterwerk mit grossen unregelmässig geformten Lücken bildet. (Taf. 1. Fig. 5.)

Im Centrum dieser Zellen liegen die sogenannten retortenförmigen Secretkapseln, d. h. Secretionsräume, welche aber im Gegensatz zu denselben Gebilden der meisten anderen Speicheldrüsen eine sehr breite eigene Wandung besitzen, während wir sonst unter den Secretionsbläschen entweder nur Lücken im Protoplasma zu verstehen haben, oder seltener am Rande derselben leise Andeutungen einer cuticularen Grenzmembran nachweisen können.

Dagegen sind in den Drüsenzellen der Blatten die Secretionsbläschen in Form von Retorten ganz selbstständig entwickelt, so dass sie sich gegen das sie bildende Protoplasma scharfrandig abgrenzen, während die Grenze ihres Lumens auf dem optischen Querschnitt sich als eine gebrochene Linie darstellt. Zwar giebt Kupffer an, dass sich auch die innere Wand der Kapseln scharfrandig absetzt, allein ich habe mich deutlich davon überzeugen können, dass das Lumen der Kapseln mit flacheren oder tieferen Buchten in die Kapselwand eindringt, sich also in der Form ähnlich verhält, wie auch sonst die Secretionsräume an den Drüsen der Insekten.

Die theils schmälere, theils breitere Wand der Secretionskapseln ist radiär gestreift, wie Kupffer richtig nachgewiesen hat, lässt aber sonst keine Structureigenthümlichkeiten erkennen, sondern erscheint homogen.

Nach dem Centrum des Acinus zu verlängern sich die Retorten in feine Ausführgänge, welche sich zu einem grösseren, den Acinus verlassenden Gange vereinigen. Die Zellen werden von einer sehr zarten Membran umgeben, welche aber besonders in den Drüsen der *Blatta orientalis* um je zwei kapselhaltige Zellen stärker entwickelt erscheint. Wenn ein derartiges Vorkommen von Zwillingszellen auch bei *Blatta germanica* nicht fehlt, so ist dasselbe doch sehr viel seltener, als bei *Periplaneta orientalis.*

Wenden wir uns nun zur Beschreibung der kapsellosen Drüsenzellen. Die Mehrzahl derselben ist allerdings meist central gelagert, allein eine nicht unbeträchtliche Anzahl erreicht auch die Peripherie des Acinus.

Der Bau dieser Zellen ist bei der normal functionirenden Drüse kein einheitlicher; im Gegentheil finden wir hier recht verschiedene Structurverhältnisse vor, welche sich jedoch ungezwungen auf einander zurückführen und deuten lassen.

Die meisten dieser kapsellosen Zellen (Taf. 1. Fig. 4) sind mit einer grossen Anzahl vollkommen runder, stark lichtbrechender Körner oft so dicht erfüllt, dass ihre Structur völlig verdeckt wird. Dieselben repräsentiren das Secret der Drüse in ungelöstem Zustande und mögen daher den Namen „Secretkörner" tragen.

Allein es finden sich in jedem Acinus immer einige Zellen, in welchen die Secretkörner nur spärlich entwickelt sind und daher die Structur der Zellen nicht verbergen. An solchen secretfreien Stellen durchzieht nun das Protoplasma die Zelle in Gestalt eines Gitterwerkes, dessen Stäbe eine verschiedene Ausdehnung besitzen. In den einen Zellen haben wir es mit breiten Substanzbrücken zu thun, in anderen dagegen finden wir nur ein sehr dünnes Netzwerk mit oft kaum nachweisbaren Protoplasmafäden, während an der Peripherie der Zellen unmittelbar unter der Zellmembran stets ein feines Plasmalager zu Tage tritt.

In diesen Substanzbrücken, also in dem sogenannten Spongioplasma, sehen wir nun an einzelnen Zellen zuerst sehr feine glänzende Secretkörner auftreten, bald noch von Protoplasmafäden umgeben, bald aber seitlich an denselben hängend, und unregelmässig durch die Zelle vertheilt.

An anderen Zellen oder auch schon an anderen Stellen derselben Zellen hat sich die Anzahl der Secretkörner bedeutend vermehrt, so dass das protoplasmatische Gitterwerk der Drüse immer mehr zusammengedrückt wird und schwindet. Gleichzeitig mit der Vermehrung der Secretkörner tritt nun eine regelmässige Anordnung derselben auf, indem sie sich zu grösseren Kugeln zusammenschliessen, welche beim Zerzupfen der Drüse in toto herausfallen und den Anblick einer sehr regelmässigen Morula gewähren.

Diese Kugeln, welche in Taf. 1. Fig. 7 dargestellt sind, können in einzelnen Zellen sehr gross werden und dieselben ganz erfüllen, so dass schliesslich davon nur eine dünne Plasmalage und der Kern an der Peripherie übrig bleiben.

Endlich haben wir noch einen vierten Zustand der in Rede stehenden Zellen zu constatiren, welche neben den soeben beschriebenen Kugeln grosse, völlig homogene Hohlräume enthält, so dass ganze Theile der Drüse oft schaumig vacuolisirt erscheinen.

Zwischen diesen vier Zuständen, welche die Zellen in einem Acinus aufweisen, finden sich natürlich viele Uebergangsformen.

Bevor wir uns zur Deutung dieser Befunde wenden, wollen wir noch die Einwirkung einiger Reagentien auf die Drüse untersuchen.

Nach Zusatz von $^1/_2$—1 $^0/_0$^{ger} Osmiumsäure gerinnt das Protoplasma und erscheint grobkörniger, die radiäre Streifung am Rande der kapselhaltigen Zellen und der Kerne wird deutlicher und das Chromatin ballt sich zusammen. Die Secretkörner und Kugeln verlieren zunächst ihre regelmässige Gestalt und gerinnen in Form von feinsten Körnern und Fäden, die in ihrem Lichtbrechungsvermögen dermaassen dem Protoplasma der Drüse gleichen, dass man sie nicht von demselben unterscheiden kann.

Ich kann daher Kupffer nicht beistimmen, wenn derselbe behauptet, dass das Secret stets auch unter der Einwirkung von Reagentien gelöst sei und keinerlei Gerinsel aufzuweisen hätte.

Bei Zusatz von quellenden Reagentien, also z. B. von Aqua destillata, blähen sich die Acini stark auf und werden vollständig durchsichtig. (Taf. 1. Fig. 3.)

Der Grund hierfür liegt darin, dass die Secretkörner und Kugeln sich vollkommen auflösen, so dass an der Stelle, wo sie in der Zelle lagerten, nun eine helle Vacuole auftritt. Dieser Vorgang vollzieht sich an den Kugeln derartig, dass die einzelnen Körner der Reihe nach platzen und zusammenfliessen, bis schliesslich die ganze Kugel durch eine Vacuole ersetzt ist. Entweder verbleiben diese hellen und homogenen Kugeln in dem Drüsenacinus, oder sie durchbrechen die membrana propria und treten aus den Zellen aus, wenn letztere sehr reich mit Körnern angefüllt waren und sich bei Wasserzusatz allzustark aufgebläht hatten.

Sehr auffällige Veränderungen erleidet der Kern. Wenn derselbe auch seine kugelförmige Gestalt nicht aufgiebt, so dehnt er sich doch bedeutend aus, so dass er seine frühere Grösse etwa um das Doppelte übertrifft. Das Chromatin zieht sich zusammen und bildet ein unregelmässig ausgezacktes

Kernkörperchen. Der Kern besitzt demnach jetzt ein bläschenförmiges Aussehen. Genau dieselben Umwandlungen finden in den Kernen der kapselhaltigen Zellen statt.

Die Kapseln selbst blähen sich auch stark auf unter Verbreiterung ihrer Wandungen und Verlust der Querstreifung in denselben.

Nachdem wir nun die Structurverhältnisse einer normalen Drüse kennen gelernt haben, wollen wir uns zur Untersuchung einer ruhenden Drüse wenden, welche wir durch Entziehung von Nahrung in diesen Zustand versetzt haben.

Beobachten wir dieselbe wieder in ihrem eigenen Secret oder in Kochsalzlösung von 0,75 Procent, so erscheint uns dieselbe sehr viel einförmiger gebaut wie vorher. (Taf. 1. Fig. 9.)

Fast alle kapsellosen Zellen sind mit den vorher erwähnten Secretkugeln dermaassen angefüllt, dass nur an der Peripherie ein kleiner Protoplasmasaum und der Kern übrig bleiben. Ja die Grösse der Secretkugeln hat in vielen Fällen so bedeutend zugenommen, dass die kapselhaltigen Zellen, welche ihre Function eingestellt zu haben schienen, ganz an die membrana propria zusammengedrückt und kaum mehr als solche zu erkennen sind. Es hat zuweilen sogar den Anschein, als ob auch in den kapselhaltigen Zellen gleichfalls Secretkugeln gebildet werden; allein derartige Bilder sind darauf zurückzuführen, dass die kapsellosen Zellen in Folge der übermässigen Secretansammlung sich oft bis an die Peripherie des Acinus ausgedehnt haben und die Retortenzellen von drei Seiten umgeben. Man erhält daher bei durchfallendem Licht und bei Betrachtung seitlich liegender Zellen eines Acinus bei oberflächlicher Einstellung das Bild der Secretkugeln, bei tieferer aber die Retorten.

Hat die Secretbildung in einer Drüse übermässig lange angedauert, so sind nicht nur die Reservoire und die Ausführungsgänge mit gelöstem Secret angefüllt, sondern dasselbe findet sich auch in den kapselhaltigen Zellen, indem es sich dort zwischen den Kapseln und dem nach dem Centrum des Acinus zu liegenden Theile der Zelle in Form grosser Vacuolen ansammelt und das Protoplasma vollständig verdrängt. Wie Taf. 1. Fig. 9 darstellt, setzt sich eine kapselhaltige Zelle in diesem Zustande aus dem streifigen Randplasma zusammen, welches nur sehr schmal entwickelt ist und ganz ge-

ringe Spuren radiärer Streifung aufweist, ferner aus den in diesem Protoplasma lagernden Kernen, welche dieselbe Structur aufweisen, wie in den normal functionirenden Drüsen. Nach innen zu folgen dann die retortenförmigen Kapseln, und auf diese die grossen Vacuolen, gefüllt mit gelöstem Secret.

Auf Grund dieser und der vorher erörterten anatomischen Befunde haben wir uns die Secretbildung in der Drüse etwa folgendermaassen vorzustellen:

In den feinen Protoplasmafäden der kapsellosen Zellen treten, wie Taf. 1. Fig. 4 zeigt, feine glänzende Secretkörner auf, welche, immer zahlreicher geworden, sich zu grossen Kugeln zusammenballen und das Protoplasma ganz verdrängen. Da diese Körner aber noch ungelöstes Secret repräsentiren, so muss dasselbe vor seiner Diffusion in die Kapseln und Ausführgänge in lösliche Form übergeführt werden. Wodurch dieser Effect erreicht wird, ob etwa, wie in den Speicheldrüsen der Vertebraten, durch einen die Drüse durchziehenden Wasserstrom, ist jedoch nur durch das physiologische Experiment zu entscheiden. Dass sich aber in der That ein derartiger Vorgang vollziehen muss, das lehren Bilder, von denen in Taf. 1. Fig. 4 einige dargestellt sind und die Zellen schaumig vacuolisirt zur Ansicht bringen. Die in den Zellen enthaltenen grossen Vacuolen repräsentiren uns eben nichts anderes, als die aufgelösten Secretkugeln. Andererseits spricht noch dafür der Umstand, dass wir ähnliche Zustände, wie wir sie in der frischen Drüse nur stellenweise antreffen, durch Zusatz von Wasser durch die ganze Drüse hindurch erreichen, dessen lösende Wirkung wir unter dem Mikroskop direct haben beobachten können.

Nachdem nun das Secret gelöst ist, vermag es in die kapselhaltigen Zellen zu diffundiren und durch die Kapseln in die Ausführgänge und das Reservoir zu gelangen, um von dort auf die im ersten Capitel beschriebene Art und Weise zur directen Verwendung zu gelangen.

Gleichzeitig beginnen vom Rande der kapsellosen Drüsenzellen feine Protoplasmastränge das Lumen der Drüse zu durchziehen, worauf bald in denselben die oben beschriebenen feinen Secretkörner auftreten.

Hiermit ist der Kreislauf der Function geschlossen.

Wir haben also constatirt, dass die kapsellosen Zellen die eigentlichen Secretbildner sind, während die kapselhaltigen Zellen zur Aufnahme und Be-

förderung des gelösten Secrets zu dienen scheinen. Jedenfalls war es mir unmöglich, weitere Functionen in ihnen zu entdecken, obwohl ich der Ansicht Kupffers auch nichts entgegen zu halten vermag, wonach auch diese Zellen, speciell die Kapseln selbst, bei der Secretion activ betheiligt sein sollen.

Ebensowenig vermag ich irgend welche positiven Angaben über den Einfluss der Nerven auf die Function der Drüse zu machen; derartige Resultate lassen sich eben nur auf physiologisch-experimentellem Wege erreichen, welcher bei Wirbellosen überhaupt noch schwer überwindliche Schwierigkeiten darbietet.

Was die neuerdings lebhaft ventilirte Frage betrifft, ob bei der Secretbildung nicht auch ganze Zellen in Secret umgewandelt werden könnten, so muss ich für die Drüsen der Blatten diesen Vorgang in Abrede stellen. Die kapselhaltigen Zellen nehmen jedenfalls nicht an einem derartigen Auflösungsprocess Theil, und auch in den kapsellosen Zellen konnte ich stets, selbst bei Drüsen, deren Zellprotoplasma gänzlich in Secret übergegangen zu sein schien, neben den grossen Secretkugeln den Zellkern an der Peripherie der Zellen nachweisen.

Ich finde daher keinen Anlass zu der Annahme einer totalen Auflösung der Zellen behufs Secretbildung.

B. Vom Nervenapparat.

Wie ich in der Einleitung durch einen Ueberblick über die einschlägige Litteratur gezeigt habe, hat es sich bisher anatomisch nicht feststellen lassen, ob Speicheldrüsen von Nerven versorgt werden oder nicht.

Die starken Meinungsverschiedenheiten hierüber haben alle ihren Grund darin, dass sich die bezüglichen Angaben über Drüsennerven in erster Linie auf histologische Details stützten und, wie ich schon hervorhob, den Ursprung der fraglichen Nerven vernachlässigten. Daher konnten Bindegewebsstränge für Nerven gehalten, andererseits Nerven für fibrilläres Bindegewebe, glatte Muskelfasern oder elastische Bänder erklärt werden.

Obwohl nun die Ansicht nicht in Abrede zu stellen ist, dass zwischen marklosen Nervenfasern und fibrillärem Bindegewebe oder glatten Muskeln der *Arthropoden* specifische Unterschiede vorhanden sein werden; so haben die bisherigen Untersuchungen gerade dargethan, dass unsere technischen Hülfsmittel noch nicht ausreichen, um diese Gewebe in einzelnen Fällen mit Sicherheit von einander unterscheiden zu können.

Und ich kann aus eigener Erfahrung hinzufügen, dass ich trotz systematischer Anwendung sehr vieler Reagentien nicht in den Stand gesetzt worden bin, auf diesem Wege die Natur eines der eben erwähnten Gewebe jedesmal sicher erkennen zu können.

In Folge dessen blieb zur sicheren Beurtheilung der Frage nach den Speicheldrüsennerven nur der eine Weg übrig, den Ursprung und den continuirlichen Zusammenhang der Nerven von Anfang bis zu Ende durch Präparation nachzuweisen.

Diesen Untersuchungsgang habe ich befolgt, indem ich theils mit Nadel und Scheere unter dem Mikroskop präparirte, theils aber auch die Schnittmethode zur Anwendung brachte. Dabei bettete ich Osmium- oder Chromsäure- oder Sublimat- oder Alkoholpräparate entweder in Seife oder in Paraffin ein und bediente mich der Mayerschen Eiweissglycerinlösung zum Aufkleben und Färben der Schnitte in Alkoholcarmin, Picrocarmin oder Haematoxylin.

Bei der Schilderung der auf diese Weise erzielten Resultate werde ich mich zuerst zur Beschreibung des Ursprungs der Speicheldrüsennerven wenden und dann erst den Zusammenhang mit den Speicheldrüsen darstellen.

1. Vom unpaaren und paarigen Eingeweidenervensystem.

Die zahlreichen Angaben über den makroskopischen Bau und die Verbindung dieses Nervenapparats hat zuletzt Köstler[22]) zusammengestellt und durch eigene Untersuchungen vermehrt.

Indem ich des Näheren auf diese Arbeit verweise, will ich noch kurz das bisher Bekannte recapituliren.

Das unpaare Eingeweidenervensystem (Taf. 1. Fig. 1) besteht 1) aus dem ganglion frontale. Dieses liegt, wie Fig. 1 zeigt, vor dem oberen Schlundganglion auf dem Oesophagus und entspringt, wie zuerst Newton[23]) nachgewiesen hat, aus der Commissur, welche das obere mit dem unteren Schlundganglion verbindet; 2) aus einem vom ganglion frontale rückwärts auf dem Oesophagus verlaufenden Nerv, dem sogenannten nervus recurrens. In den Zug dieses Nerven ist ein dreieckiges Ganglion eingeschaltet, kurz bevor er sich in zwei über das Ende des Oesophagus und über den Kaumagen verlaufende Aeste theilt, in deren jedem sich noch ein kleines längliches Ganglion befindet.

Indem ich den Befund Newtons über den Ursprung des ganglion frontale aus der paarigen Commissur zum unteren Schlundganglion mit Köstler auf Grund von frontalen und sagittalen Längsschnitten, sowie nach makro-

[22]) Köstler: Ueber das Eingeweidenervensystem von *Periplaneta orientalis*. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 39. p. 572 ff.

[23]) Newton: On de brain of the Cockbroach, *Blatta orientalis*; Quarterly Journal of microscopical science. Vol. XIX. 1879.

skopischer Präparation durchaus bestätigen kann, habe ich doch noch einige Bemerkungen über die feinere Art und Weise dieses Ursprungs zu machen.

Nach den Abbildungen Köstlers zu urtheilen, entspringen nämlich die Nervenfibrillen, welche zum Frontalganglion ziehen, direct aus einer Ganglienzellengruppe, welche die Commissur peripher umlagert, obwohl im Text besonders bemerkt wird, dass sich die Ganglienzellen erst in der Punktsubstanz auflösen.

Dagegen muss ich bemerken, dass an der Austrittsstelle des Nerven aus der Commissur überhaupt keine Ganglienzellen vorhanden sind, am allerwenigsten aber in so breiter peripherer Schicht, wie sie Köstler darstellt.

Nur oberhalb dieser Stelle findet sich constant eine auf der Vorderseite der Commissur gelagerte Ganglienzellengruppe, welche vielleicht ein Centrum für den zum Frontalganglion ziehenden Nerv darstellen mag. Desgleichen liegt unterhalb des Ursprungs unseres Nerven auf gleicher Höhe mit dem Ursprung des aus der Commissur in die Oberlippe tretenden Nervs eine Ganglienzellengruppe, die sich noch etwas in diesen Nerv fortsetzt. Sie mag es vielleicht gewesen sein, welche auf sehr dicken Querschnitten zu der Abbildung Köstlers Veranlassung gegeben hat; auf feinen Querschnitten durch die Commissur und noch besser auf sagittalen Längsschnitten erkennt man dagegen das richtige Verhalten des Nervenaustritts.

Wenn es Köstler als ein charakteristisches Merkmal dieser Wurzeln hinstellt, dass sich in ihnen keine zelligen Elemente nachweisen liessen, so ist das auch ein Beobachtungsfehler, da ich hier stets, sowie in anderen Nervenfasern des unpaaren Systems deutliche Kerne vorfinde, welche allerdings nicht sehr zahlreich sind.

Es weicht daher der zum ganglion frontale ziehende Nerv weder in der Art und Weise seines Ursprunges von anderen aus Nervencentren austretenden Nerven ab, noch zeigt er in seinem Bau Differenzen von der Mehrzahl der anderen Nervenbahnen des unpaaren Systems.

Nachdem nun diese Nerven die Commissur verlassen haben, biegen dieselben schräg nach vorn und oben verlaufend zum ganglion frontale, dessen histologische Structur zuerst Köstler genauer beschrieben hat.

Auch hier zeichnet derselbe die Punktsubstanz central und rings um dieselbe die Ganglienzellenschicht, aber auch hier liegen die Verhältnisse anders.

Ueber die Vertheilung der grossen Ganglienzellen und der Punktsubstanz im Frontalganglion orientirt man sich am Besten auf sagittalen Längsschnitten. (Taf. 2. Fig. 17.)

Abweichend von der sonst gewöhnlichen centralen Lagerung der Punktsubstanz finden wir dieselbe hier nach dem vorderen und unteren Theile des Ganglion verlagert, während die Masse der grossen Ganglienzellen nach hinten und oben verschoben ist. Auf beiden Seiten und auf der Vorderfläche des ganglion frontale fehlen die grossen Ganglienzellen vollständig und werden hier nur durch spärlich eingestreute Ganglienzellen zweiter und dritter Grösse vertreten, von denen auch meistens nur noch die Kerne deutlich wahrnehmbar sind.

Meine Fig. 17 (Taf. 2) wird diese Verhältnisse am Besten erläutern.

Während ich mich in Bezug auf die feinere Structur der einzelnen Theile dieses Ganglion der Ansicht Köstlers im Allgemeinen anschliesse, da dieselbe ja mit den auch sonst hierüber herrschenden Vorstellungen übereinstimmt; so muss ich doch der Angabe widersprechen, dass die Kernkörperchen in den Kernen der Ganglienzellen in der Einzahl vorhanden sein sollen.

Meine Untersuchungen haben vielmehr gelehrt, dass sich die chromatische Substanz in allen Kernen stets an zahlreichen Stellen stärker angesammelt hat und so immer den Eindruck von vielen Kernkörperchen macht, deren Anzahl bis auf 20 steigen kann. Ich muss daher die auffällige Angabe Köstlers bestreiten, welche auch eine bedeutsame Ausnahme von der allgemein herrschenden Regel gemacht haben würde.

Aus dem ganglion frontale (Taf. 2. Fig. 15) entspringen nun eine ganze Anzahl feiner Nerven, die jedoch in ihrem Auftreten nicht immer ganz constant sind.

Regelmässig jedoch verläuft, wie Taf. 2. Fig. 15 darstellt, aus der Mitte der vorderen Fläche ein Nerv, welchen schon Newton[23]) beschrieben und in die Oberlippe hinein verfolgt hat.

Ganz seitlich davon, eigentlich schon mehr aus den Verbindungsnerven mit der Schlundcommissur entspringen zwei ganz kurze, symmetrisch gelagerte Wurzeln, welche durch einen quer und parallel zur vorderen Fläche des

[23]) Newton: Loc. cit. Nr. 23.

ganglion frontale verlaufenden Nerv verbunden werden und in ihrem weiteren Verlauf die Richtung nach der Oberlippe zu innehalten.

Aus den Seitenflächen nehmen zwei sehr feine, gelegentlich fehlende Nervenstämmchen ihren Ursprung, um sich in die Wand des Oesophagus einzusenken.

Aus der hinteren unteren Fläche (Taf. 2. Fig. 15) dagegen tritt der grösste Nervenzug, der sogenannte nervus recurrens, aus, welcher sich über den ganzen Oesophagus erstreckt und in seinem Verlauf schon genau erkannt und beschrieben worden ist. Ich habe daher auch zu seinem histologischen Bau nichts Wichtigeres mehr hinzuzufügen, zumal da meine Abbildungen ein getreues Bild seiner Structur darstellen.

In unmittelbarer Verbindung mit diesem Nervenapparat steht das sogenannte paarige Eingeweidenervensystem.

Dasselbe wurde bei *Blatta* zuerst durch Joh. Müller[24]) und bald darauf durch Fr. Brandt[6]) untersucht und von letzterem in Form von zwei Paaren auf dem Oesophagus dicht hinter dem oberen Schlundganglion gelegenen Ganglien beschrieben.

Während aber die annähernd richtigen Angaben Fr. Brandts von Newton[23]) bestätigt wurden, hat Köstler[22]), welcher zuletzt darüber Beobachtungen angestellt hat, die Verhältnisse ganz verkannt.

Ich muss deshalb genauer bei ihrer Beschreibung verweilen, besonders auch, weil ihre Verbindung mit dem Gehirn bisher erst einmal von Newton[23]) kurz erwähnt und nicht präcis dargestellt worden ist.

Wie Taf. 2. Fig. 15 zeigt, welche das Eingeweidenervensystem im Zusammenhange darstellt, so wie es vom Oesophagus abpräparirt ist, besteht das paarige System aus zwei Paaren hinter einander liegender Ganglien, von etwa zwiebelförmiger Gestalt. Dieselben liegen symmetrisch zu beiden Seiten des nervus recurrens, indem das erste Paar vom oberen Schlundganglion noch bedeckt wird, während das zweite darunter hervorragt.

---

[24]) Joh. Müller: Ueber ein eigenthümliches, dem nervus sympathicus analoges Nervensystem der Eingeweide bei den Insekten. Nova Acta der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Band 14. Pars I. Bonn 1828. 4°.

[6]) Fr. Brandt: l. c. Nr 6.

Die Grösse dieser Ganglien ist geringen Schwankungen unterworfen, insofern als bald das erste, meist aber das zweite Paar an Ausdehnung überwiegt.

Das obere Ganglienpaar setzt sich direct mit dem nervus recurrens durch eine breite Brücke in Verbindung und erreicht in demselben sein Ende; das untere Paar dagegen hängt nur indirect mit demselben zusammen, indem es durch zwei Längsstämme davon getrennt ist, welche unter sich wieder durch Querstämme verbunden sind und ebenso mit dem unteren Ganglienpaar und dem nervus recurrens communiciren.

Jedoch herrscht in diesen Anastomosen keine grosse Regelmässigkeit, so dass die eben erwähnten Längsstämme zuweilen ganz mit den Ganglien und dem nervus recurrens verschmelzen können, andererseits aber auch wieder volle Selbstständigkeit bewahren und ein complicirtes Netz darstellen.

Unter einander sind beide Paare stets durch einen ziemlich breiten Nervenstamm vereinigt, von dessen regelmässigerem Vorhandensein ich mich an allen, sowohl Larven wie ausgebildeten Insekten entnommenen Präparaten überzeugt habe.

Das hintere Ganglienpaar verjüngt sich einerseits nach dem Kopfe zu in einen Nervenstamm, welcher den Oesophagus versorgt, andererseits sendet es einen längeren Ausläufer aboralwärts über den Oesophagus, welcher in Verbindung mit den vorher erwähnten Längsanastomosen auf den Seiten desselben hinabsteigt und sich direct mit den Speicheldrüsen in Verbindung setzt.

Auf die genauere Darstellung dieser Verbindung werde ich weiter unten zu sprechen kommen.

Auch das obere Ganglienpaar läuft oralwärts in einen Nervenast aus, über dessen Ursprung am Besten sagittale Längsschnitte orientiren.

Taf. 2. Fig. 16 zeigt einen beinahe median gelegten Schnitt durch das Gehirn, welcher den inneren Becher, den Centralkörper und den Gehirnstiel trifft. Darnach zweigen sich aus dem Fibrillenzug, welcher unmittelbar unter der peripheren Ganglienzellenschicht das obere Schlundganglion umkreist, auf der hinteren unteren Fläche einzelne Nervenzüge ab und verlaufen zum ersten Ganglienpaar des paarigen Eingeweidenervensystems.

Während die Fibrillen dieses Nerven im Gehirn selbst eine parallele Lagerung einhalten, geben sie schon kurz vor ihrem Austritt durch Einlagerung

von kleinen Ganglienzellen diese regelmässige Anordnung auf, um sich dann nach ihrem Austritt aus dem Gehirn, namentlich bei ihrem Eintritt in die paarigen Ganglien, in ein wirres Netzwerk aufzulösen, welches die Ganglien locker nach allen Richtungen durchzieht und einen Stützapparat für die zahlreichen Ganglienzellen derselben abgiebt.

Die Ganglienzellen sind in diesem Maschenwerk eng an einander gelagert, erscheinen auf der dorsalen Seite besonders zahlreich, fehlen dagegen im Centrum fast ganz, so dass das Maschennetz hier sehr deutlich zu Tage tritt, und treten an der unteren Fläche wieder spärlich auf. (Taf. 2. Fig. 16.)

Eigentlich sieht man von diesen zu mehreren Hunderten vorhandenen Ganglienzellen nur die Kerne, welche sich sehr intensiv mit Carmin und Haematoxylin färben, und in dieser Hinsicht, sowie auch in ihrer Grösse an die Kerne erinnern, welche zu Tausenden die Gehirnbecher erfüllen.

Auch ihre feinere Structur zeigt viel Aehnlichkeit, denn sie sind vollkommen rund, besitzen eine sie sehr scharf begrenzende Membran und haben die Kernsubstanz in einem unregelmässigen Gitterwerk durch den Kernsaft vertheilt.

Das Protoplasma dieser Ganglienzellen ist nicht concentrisch um den Kern gelagert, sondern ist in den meisten Fällen ganz in das vorher beschriebene spongiöse Gitternetz übergegangen, wodurch die Maschenränder desselben oft ansehnlich verbreitert werden.

Sehr ähnlich ist das zweite Ganglienpaar gebaut. Auch hier sind in einem sehr lockeren und äusserst feinen Gitterwerk kleine Ganglienzellen eingebettet, doch nicht an einer bestimmten Stelle localisirt, sondern in gleicher Häufigkeit durch das ganze Ganglion vertheilt.

Im feineren Bau wiederholen sich genau dieselben Verhältnisse wie vorher. Ich nehme daher, um Wiederholungen zu vermeiden, von einer besonderen Schilderung desselben Abstand und verweise auf meine Taf. 3. Fig. 21.

Wenn wir uns nun nochmals den Verlauf der aus dem paarigen und unpaaren Eingeweidenervensystem entspringenden Nervenbahnen vergegenwärtigen, so unterliegt es keinem Zweifel, dass die Function dieses ganzen Apparats eine doppelte ist, indem diese Nerven einmal ein Centrum für die

Peristaltik des Oesophagus vorstellen, andererseits aber die grossen Speicheldrüsen versorgen.

2. Vom Zusammenhang der Nerven mit den Speicheldrüsen.

Die Speicheldrüsen der Blatten werden von drei verschiedenen Centren aus mit Nerven versorgt.

Obwohl schon Kupffer[12]) ebenfalls drei Ursprünge beschrieben hat, von welchen Nerven zu den Speicheldrüsen ziehen sollten, so habe ich mich, genau genommen, nur von der Richtigkeit eines einzigen derselben überzeugen können.

Es beruht nämlich die Angabe Kupffers, dass vom oberen Schlundganglion direct ein Nerv zu den Drüsen zieht, auf einem Beobachtungsfehler; denn einerseits geben die genauesten makroskopischen Präparate und vollständige Schnittserien dafür nicht den geringsten Anhalt, andererseits glaube ich, dass Kupffer den von dem unteren Eingeweideganglienpaar ziehenden Nerv, der in seinem Verlauf ja auch die Richtung vom Gehirn her innehält, damit verwechselt hat.

Von hier aus zieht nämlich thatsächlich ein Nerv direct zu den Speicheldrüsen, um sich zwischen den Lappen desselben zu verästeln und mit den einzelnen Acinis zu verbinden. (Taf. 1. Fig. 1, und Taf. 3. Fig. 21.)

Es ist besonders das unter dem Oesophagus gelegene spitze Ende des ganzen Drüsenapparates, welches von diesem Centrum aus innervirt wird.

Eine sichere Entscheidung dieser Frage enthält der Umstand, dass es gelingt, den betreffenden Nervenstamm von Anfang bis zu Ende im Zusammenhang zu präpariren, und ich verweise daher auf meine Taf. 3. Fig. 21, welche diesen Zusammenhang eines Ganglion mit der Drüse darstellt. Dieselbe ist nach einem Chromsäurepräparat entworfen, welches derartig angefertigt wurde, dass zunächst das Ganglion einer Seite von seiner Unterlage mit der Scheere gelöst wurde, während dann ebenso ganz allmählich der von hier nach rückwärts verlaufende Nervenstamm vom Oesophagus abgehoben und bis zur Drüse verfolgt werden konnte.

Schneidet man nun einige Drüsenläppchen von der Drüse ab, so gelingt es, dieselben mit dem Ganglion auf einen Objectträger zu bringen und direct der mikroskopischen Untersuchung zu unterziehen.

Da überzeugt man sich dann, dass der Zusammenhang zwischen Ganglion und Drüse durch Nervenfasern wirklich vorhanden ist, derartig, dass die verbindenden Fasern specifisch nervöse Elemente repräsentiren.

Es ordnen sich nämlich die vorher erwähnten das Ganglion wirr durchziehenden Nervenprimitivfibrillen an der Austrittsstelle des zu den Drüsen ziehenden Nervenastes etwas regelmässiger an und durchziehen denselben zu Fibrillenbündeln vereinigt continuirlich von Anfang bis zu Ende. Zwischen den einzelnen Fibrillenbündeln sind unregelmässig Ganglienzellen eingestreut, von denen nur noch die Kerne sichtbar sind, welche eine geringe Grösse besitzen, meist etwas in die Länge gezogen sind, sich mit scharfen Rändern absetzen und multinucleolär erscheinen. Das Neurilemm ist ausserordentlich fein und zeigt spärlich eingestreute Kerne, welche den Ganglienzellkernen so ähnlich sind, dass man zunächst versucht wird, letztere auch dem Neurilemm zuzuschreiben, bis dann Zupfpräparate und besonders Schnitte die thatsächlichen Verhältnisse beweisen. Es stimmt danach dieser Nerv mit den übrigen Zweigen des Eingeweidenervensystems in seinem Bau völlig überein.

Er lässt sich nun unter dem Mikroskope bis zur Drüse verfolgen, in deren unmittelbarer Nähe er sich reichlich zu verästeln beginnt und einzelne feine Zweige theils an den Rand, theils aber auch in das Centrum der Acini schickt, derartig, dass das Neurilemm mit der membrana propria verschmilzt, während die Fibrillen in offener Communication mit dem Drüsenprotoplasma stehen.

Natürlich kann man diese Verhältnisse nur an solchen Nervenästen erkennen, welche am Rande einer Drüse eintreten.

Die feinere Verbindung der Nervenfibrillen mit dem Drüsenprotoplasma soll weiter unten bei Gelegenheit einer anderen Innervation geschildert werden.

Es gelingt nicht jedesmal, die Drüse im Zusammenhang mit dem in Rede stehenden Nerv zu präpariren, denn derselbe ist hier von so grosser Feinheit, dass er nur mit dem Mikroskop wahrgenommen werden kann und leider sehr häufig reisst. Im letzteren Falle fehlt aber für die Natur der an den Drüsenläppchen haftenden Aestchen der sichere Beweis, da schliesslich immer nur der Zusammenhang mit evidenten Nerven ein sicheres Criterium für den morphologischen Werth der in Frage kommenden Gebilde abgiebt, zumal da sich ausser den Nerven auch fibrilläres Bindegewebe in Form von

verbindenden Brücken zwischen den einzelnen Acinis vorfindet, andererseits auch musculöse Elemente nicht vermisst werden.

Wenn es aber auch geglückt ist, Drüse und Ganglion im Zusammenhang auf den Objectträger zu bringen, so sucht man doch oft vergeblich nach einer passenden Stelle für die Untersuchung der feineren Verbindung, da das Netzwerk immerhin nur spärlich vorhanden ist.

Weit günstiger und besonders leicht zu präpariren sind dagegen die von Kupffer richtig beschriebenen Nervenzweige, welche vom nervus recurrens auf der Strecke von den paarigen Ganglien bis zu dem auf dem hinteren Ende des Oesophagus liegenden dreieckigen Ganglion zu den Drüsenlappen rechts und links zahlreich verlaufen.

Ueber diese Thatsache erhält man schon bei Loupenpräparation ein sicheres Urtheil.

Trägt man nämlich die Rückendecke einer *Blatta orientalis* ab und beseitigt vorsichtig den Fettkörper, so erhält man direct das Bild des über den Oesophagus verlaufenden nervus recurrens, von welchem sich schon bei etwa zehnfacher Vergrösserung rechts und links davon zu den Drüsen verlaufende Nervenästchen erkennen lassen.

Taf. 1. Fig. 1, welche mit Hülfe des His'schen Apparates gezeichnet ist, zeigt nur wenige, und zwar die stärksten Nervenäste, während in der That, wie die darauf folgende mikroskopische Untersuchung lehrt, sehr viel mehr Drüsennerven vorhanden sind. Die Anzahl derselben ist eine schwankende; ob dieselbe aber in irgend einem Verhältniss zu der ebenso schwankenden Grösse der Drüse selbst steht, hat sich nicht ermitteln lassen.

Um nun das nähere Verhalten dieser Nervenästchen zu ermitteln, muss man dieselben der mikroskopischen Untersuchung unterziehen.

Nachdem man das Object mit passenden Reagentien behandelt hat, wobei schwacher Alkohol vorzuziehen ist, wenn man das Präparat nur zur Demonstration des Zusammenhanges von Nerv und Drüse und nicht zu feineren histologischen Untersuchungen benutzen will, durchschneidet man etwa auf der linken Seite des nervus recurrens alle von hier in die Wand des Oesophagus und nach der Drüse zu verlaufenden Nervenstämme, ebenso wie die meist den gleichen Verlauf innehaltenden Tracheen. Nun präparirt

man von links nach rechts den nervus recurrens vorsichtig von der Oberwand des Oesophagus los, so dass man denselben nach Durchschneidung des Suspensionsmuskels bei einem leisen Bewegen der Drüse nach rechts mitzieht. Ueberträgt man darauf Drüse und Nerv auf den Objectträger und breitet beide gut aus einander, so wird man sich leicht davon überzeugen, dass, wenn auch nicht alle, so doch immerhin einige Verbindungsstämme in vollem Zusammenhange ganz erhalten sind.

Verfolgen wir nun den Verlauf eines feinen Drüsennerven und beginnen zunächst mit seinem Austritt aus dem nervus recurrens.

Wie Taf. 3. Fig. 22 zeigt, treten aus dem allgemeinen Zug der Fibrillen des nervus recurrens am Rande desselben eine beträchtliche Zahl von ihnen nach rechts oder links aus und werden von dem sich continuirlich über sie fortsetzenden Neurilemm zusammen gehalten.

An der Austrittsstelle geben die Fibrillen des nervus recurrens ihre regelmässige Anordnung auf und schlingen sich wirr durch einander, um dann aber später wieder mehr parallel zu verlaufen. Stets findet hier eine grössere Anhäufung von Kernen statt, welche jedoch im weiteren Verlaufe des Nerven immer spärlicher werden.

Zusammengehalten werden die Nervenfibrillen durch das Neurilemm, welches eine directe Fortsetzung des Neurilemm vom nervus recurrens repräsentirt. Gewöhnlich legt sich dasselbe schon an der Austrittsstelle fest um die Fibrillen; es kommt jedoch auch zuweilen vor, dass es sich schon kurz vorher vom nervus recurrens abhebt und eine plattenförmige Verbreiterung darstellt, durch welche die Fibrillen sich vielfach kreuzend und schlängelnd hindurchziehen.

Ich hebe dies Verhalten besonders hervor, weil dasselbe als charakteristisch für das Bindegewebe im engeren Sinne bezeichnet und daher als ein Beweis gegen die Aechtheit eines sonst nervenähnlichen Gebildes angeführt worden ist. Es zeigt aber diese bei einem unzweideutigen Nerven vorkommende Bildung, dass Leydig sich in einem Irrthum befindet, wenn er dieselbe nur auf das reine Bindegewebe beschränkt.

Nachdem wir uns nun überzeugt haben, dass die vom nervus recurrens abgehenden Stämme in der That Nervenfibrillen enthalten und nicht blos etwa Ausläufer des Neurilemm sind — derartige Bildungen werden wir weiter

unten vorfinden —, können wir dieselben unter dem Mikroskop bis zur Drüse ohne Unterbrechung verfolgen.

An allen Theilen zeigen diese Nervenästchen einen übereinstimmenden Bau, nehmen höchstens mit grösserer Entfernung von ihrem Ursprunge durch Abnahme von Ganglienzellkernen mehr den Charakter einfach leitender Bahnen an.

Kurz vor der Drüse nun beginnen die Nervenstämme sich zu theilen und zwischen und über den Drüsenläppchen ein reiches Netzwerk zu bilden, wie Taf. 1. Fig. 2 darstellt.

Die einzelnen Aeste dieses Flechtwerkes setzen sich darauf mit der Drüse in enge Verbindung, so, dass zu einem Acinus gewöhnlich auch ein Nervenast tritt.

Allein es kommt auch vor, dass mehrere Aestchen einen Acinus innerviren, oft in der Art, dass schon zwei benachbarte Kapselzellen ihre eigenen Nerven erhalten; ebenso aber vermisst man auf ganze Strecken jede Spur von Nerven; indessen ist es immerhin möglich, dass dieselben einfach abgerissen sind, da bedeutende Zerrungen des Objects nie zu vermeiden sind.

Ueberdies haben wir noch stets zu berücksichtigen, dass auch von der Unterseite der Drüse her Nerven eintreten, welche sich natürlich zugleich mit den seitlich und oberflächlich eintretenden Stämmen nicht darstellen lassen.

Im Allgemeinen aber kommen wir demnach zu dem Resultate, dass jeder Acinus mindestens von einem Nerven versorgt wird.

Zugleich mit diesem Nervengeflecht stossen wir aber noch auf ein anderes reichlich entwickeltes Geäst von Bindegewebssträngen, deren Structur eine mit derjenigen der Nerven so übereinstimmende ist, dass man über ihren morphologischen Werth nur Aufschluss erhält, wenn man ihrem Ursprung nachgeht.

Dieses Bindegewebe spielt hier die Rolle von einfachen Brücken, die theils ungetheilt, theils unter reicher Verzweigung die einzelnen Drüsenläppchen mit einander verbinden, und so ihren Zusammenhang sichern. Am deutlichsten tritt dieses Bindegewebe zwischen dem Reservoir und der Drüse zu Tage, woselbst seine wahre Natur auch am leichtesten zu ermitteln ist. Entfernt man die Drüse von dem Reservoir durch einen leichten Zug, so constatirt man, dass an einzelnen Stellen aus der Wand des letzteren einfach fibrilläre Fortsätze zur Drüse übertreten, ohne dass sie sich etwa rückwärts

auf dem Reservoir verfolgen liessen; sie entstehen vielmehr an einer ganz umschriebenen Stelle der Wand als directe Fortsätze derselben und vollständig getrennt von einander. So ziehen sie dann direct zur Drüse, in der Mehrzahl der Fälle aber theilen sie sich vorher reichhaltig und repräsentiren uns ein exquisites Netzwerk, dessen Aehnlichkeit mit Nerven, wie gesagt, ausserordentlich in die Augen fallend ist.

In Rücksicht auf diesen Umstand muss ich mich zu Kupffer in Widerspruch setzen, wenn derselbe die Behauptung aufstellt, dass das zwischen den Drüsen von *Blatta orientalis* vorhandene Geflecht sich in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle als Nerven erweist. Ich habe mich vielmehr davon überzeugt, dass bindegewebige Elemente hier mindestens ebenso häufig vorkommen als echte Nerven.

Nach den Untersuchungen Kupffers findet sich noch eine dritte Gruppe von Speicheldrüsennerven.

Dieselbe soll aus der Commissur zwischen dem unteren Schlundganglion und dem ersten Thoracalganglion, bisweilen auch aus dem letzteren austreten. Jedoch zweifelt Kupffer nicht, dass ihr eigentliches Centrum im unteren Schlundganglion liegt. Diese an den angegebenen Stellen austretenden Nerven begleiten in ihrem Verlauf die Ausführgänge des Reservoirs und der Drüse und gelangen so zu den Acinis.

Charakteristisch für diese Nerven soll ferner der grosse Fettreichthum sein und ihre Combination mit eigenartigen, spindelförmigen Ganglienzellengruppen.

Indem ich das Vorhandensein dieses sich an die Ausführgänge schliessenden Nervenapparats bestätige, wende ich mich vorerst zur Besprechung des Ursprunges derselben. Da kann ich denn zunächst constatiren, dass die beiden aus der Längscommissur zwischen dem unteren Schlundganglion und dem ersten Thoracalganglion entspringenden Nervenstämme niemals zu den Drüsen ziehen, sondern stets einige auf der Bauchseite des ersten Brustsegments verlaufende Längsmuskelgruppen innerviren.

Ebenso treten niemals aus dem ersten Thoracalganglion echte Nervenstämme in die Drüsen ein.

Es beruht daher die Angabe Kupffers über den Austritt dieser Nerven aus dem Bauchmark auf einem Beobachtungsfehler.

Nachdem ich mich von der Richtigkeit dieses negativen Befundes an sehr vielen Larven und erwachsenen Männchen und Weibchen genügend überzeugt hatte, lag die Annahme nahe, dass das in Frage stehende Gebilde Bindegewebe sein würde. Allein da die Constanz seines Auftretens mir mit einem so nebensächlichen Apparat unvereinbar erschien, so suchte ich durch fortgesetzte vorsichtige Präparation hinter seinen Ursprung zu kommen, und wurde besonders durch Anwendung der Schnittmethode in den Stand gesetzt, denselben auch sicher nachzuweisen.

Durch Präparation mit Nadel und Scheere gelingt es nämlich, den betreffenden Nervenzug, wie Taf. 1. Fig. 6 zeigt, von dem erweiterten Anfang des Reservoirs nach dem Kopfe zu auf dem Ausführgang des Reservoirs bis zum unteren Schlundganglion direct zu verfolgen.

Hier verschwindet derselbe aber in dem sogenannten äusseren fetthaltigen Neurilemm des unteren Schlundganglion so vollständig, dass es unmöglich ist, festzustellen, ob er etwa auch Nervenfibrillen aus dem Schlundganglion her erhält.

In diesem Nachweise aber liegt allein der Beweis für seine Natur, da wir uns leicht davon überzeugen können, dass das äussere Neurilemm zahlreiche Ausläufer nach allen Richtungen hin ausschickt, deren bindegewebige Natur evident ist.

Da ausserdem die Structur der hier entspringenden Nerven stellenweise von dem sie umschliessenden Fettgewebe völlig verdeckt wird, so ist man oft ausser Stande, diese beiden Gebilde aus einander zu halten.

Es kam daher Alles darauf an, den genauen Ursprung der in Frage stehenden Nerven zu ermitteln.

Zu diesem Zwecke wurde das untere Schlundganglion in Verbindung mit dem Ausführungsgang der Drüse und des Reservoirs in frontale und sagittale Längsschnitte zerlegt, welche über die Frage den gewünschten Aufschluss gaben.

Wie Taf. 2. Fig. 12 zeigt, welche einen schräg verlaufenden Frontalschnitt durch das untere Schlundganglion darstellt, tritt seitlich nach aussen und oben von der Längscommissur zum ersten Thoracalganglion ein Nervenstamm aus dem unteren Schlundganglion aus, dessen Fibrillenzug sehr deutlich sichtbar ist, weil sich hier sowohl das innere als auch das äussere Neurilemm

von der Nervensubstanz abgehoben hat, und so der Austritt der Fibrillen aus dem Schlundganglion und der Eintritt in den weiter ziehenden Nervenstamm deutlich bewiesen wird.

Dieser Nervenstamm ist seiner Lage und seinem Ursprung nach schon von Newton[23]) erkannt, in seinem weiteren Verlauf jedoch nicht verfolgt worden. Denn wenn auch Newton denselben in seinen Abbildungen zu gross und umfangreich darstellt, so zweifle ich doch nicht, dass dieser Forscher dasselbe Gebilde vor sich gehabt hat, da sich in der Gegend, in welcher derselbe austritt, durchaus keine anderen Nerven vorfinden, mit denen er verwechselt werden könnte.

Sobald dieser Nerv das untere Schlundganglion verlässt, legt sich um denselben eine breite, oft drei- bis viermal so starke Fettschicht fest herum, welche sich jedoch in ihrem Verlaufe oft unterbricht und bald die eine, bald die andere Seite des Nerven frei und seine Structur erkennen lässt (Taf. 3. Fig. 19. und 26.). Diese Fettschicht leitet sich vom äusseren Neurilemm des unteren Schlundganglion ab und ist eine directe Fortsetzung desselben, spielt also bei den Speicheldrüsennerven auch die Rolle des äusseren Neurilemm.

Kupffer, welcher diese Nerven, wenn auch nicht an ihrem Ursprung, so doch in ihrem weiteren Verlaufe erkannt hat, beschreibt dieselben als ausserordentlich fettreich, indem er das Fett in die Nervenzellen selbst verlegt.

Es bedarf jedoch nicht einmal der Anwendung von typischen Reagentien auf Fett, wie etwa Osmiumsäure, um sofort an der Structur der Kerne zu erkennen, in wie weit wir es mit Nerven- resp. mit Fettzellen zu thun haben, und dass die letzteren ohne Ausnahme ausserhalb des inneren Neurilemm lagern. Die Kerne der Fettzellen sind nämlich mindestens noch einmal so gross als die den Nerven eingelagerten Kerne, zeigen eine vollkommen kugelrunde Gestalt und besitzen in einem dichten Netzwerk von Chromatin einen grossen Nucleolus, während jene dagegen lang elliptisch sind und ein feines Chromatinnetz mit gleichmässig starken Verdichtungen aufweisen (Taf. 3. Fig. 20).

Der Bau dieser Nerven ist demnach folgender.

Im Innern verlaufen die mässig zu einander parallelen Fibrillen und werden in dieser regelmässigen Anordnung nur durch die eingesprengten Kerne gestört, deren Structur wir eben kennen gelernt haben. Nach aussen

hin umfasst die Fibrillen das innere Neurilemm in Gestalt einer sehr dünnen bindegewebigen Membran mit feinen länglichen Kernen in der darunter liegenden Matrix. Diese Theile sind schon durch ihre hellere Farbe sowohl vor als auch nach dem Gebrauch von Reagentien kenntlich und setzen sich deutlich von dem sie umfassenden äusseren Neurilemm ab, das als echtes Fettgewebe bei durchfallendem Licht natürlich viel dunkler erscheint.

Wenn nun Kupffer der Ansicht ist, dass dieser Fettreichthum der Nerven gerade für die Speicheldrüsennerven charakteristisch ist, so habe ich dagegen gefunden, dass das äussere fetthaltige Neurilemm nicht nur die Drüsennerven, sondern sowohl die gesammte Bauchganglienkette, als auch die meisten der hiervon ausgehenden peripheren Nerven auf eine mehr oder weniger weite Strecke umfasst.

Das Auftreten dieses äusseren Neurilemms ist aber ausserordentlichen Schwankungen unterworfen, einmal in Bezug auf die Stellen, an denen es sich findet, dann aber noch viel mehr in seiner Massenhaftigkeit.

Schon bei Männchen, welche im Allgemeinen sehr viel weniger fett sind, bildet auch das äussere Neurilemm nur eine dünne Lage und fehlt stellenweise ganz, während bei weiblichen Larven, die dagegen in Folge des lebhafteren Stoffwechsels einen sehr reich entwickelten Fettkörper haben, das äussere Neurilemm oft das Bauchmark so fest umschliesst, dass dasselbe fast gar nicht rein zu präpariren ist.

Nachdem wir uns nun durch Untersuchung des Ursprungs und der histologischen Structur dieser Gebilde die Gewissheit verschafft haben, dass wir es mit echten Nerven zu thun haben, können wir dieselben in ihrem weiteren Verlaufe verfolgen.

Wie schon mehrfach erwähnt, legen sich die Drüsennerven kurz nach ihrem Austritt aus dem Schlundganglion an die Ausführgänge der Reservoire und begleiten dieselben, bald auf dieser, bald auf jener Seite derselben erscheinend, bis zu dem erweiterten Anfang des Reservoirs, dort, wo sich der im ersten Kapitel besprochene Suspensionsmuskel inserirt. Kurz vorher theilt sich dann jederseits der Nerv in mehrere Zweige, an denen wir drei Hauptzüge unterscheiden können. Der eine von diesen versorgt die rechts vom Reservoir liegende Drüsengruppe, der zweite zieht zum links davon gelagerten Drüsenlängszug, während der dritte den Suspensionsmuskel innervirt.

Die zu den Drüsen ziehenden Nerven spalten sich gewöhnlich schon vor dem erweiterten Anfang des Reservoirs ab, sie können jedoch auch noch auf der Wand des letzteren eine Strecke weit verlaufen und sich dann erst zu den Acinis herüberschlagen, so dass in diesem Falle grosse Vorsicht nothwendig ist, um sie nicht mit den auch von der Reservoirwand abtretenden Bindegewebssträngen zu verwechseln, über deren Ursprung und Vertheilung wir schon gesprochen haben.

In gleicher Weise, wie die beiden vom paarigen und unpaaren Eingeweidenervensystem entspringenden Nerven verästeln sich auch diese vom unteren Schlundganglion herrührenden Nerven zwischen und über den Drüsenlappen, um sich mit den einzelnen Acinis zu verbinden, indem das Neurilemm mit der tunica propria verschmilzt und die Nervenfibrillen in directen Contact mit dem Zellprotoplasma der Drüsen treten. Der Eintritt in den Acinus vollzieht sich ebenso häufig am Rande als in seiner Mitte, und daher fehlt mir jeder Anlass zur Bestätigung der Angabe Kupffers, dass diese Nerven stets in das Centrum eines Acinus eintreten sollen im Gegensatz zu den vom nervus recurrens entspringenden Nerven, welche wieder nur am Rande communiciren.

Gleichwohl kann ich mich der Annahme nicht verschliessen, dass mit der Verschiedenheit des Ursprungs der Nerven auch eine Verschiedenheit ihrer physiologischen Wirkung und damit auch vielleicht ihrer Endigung verbunden sein möchte.

Allein ich habe thatsächlich nicht einmal ermitteln können, ob etwa, wie vielleicht anzunehmen nahe lag, die kapselhaltigen Zellen von der einen, die kapsellosen von der anderen Nervengruppe versorgt würden; vielmehr finde ich, dass stets nur die kapselhaltigen Drüsenzellen innervirt werden, sei es von den Nerven des Eingeweidesystems, sei es von denen des unteren Schlundganglion.

Nach den Untersuchungen Kupffers tritt nun zu dieser Nervengruppe noch ein Centralapparat, ein sogenanntes Drüsenganglion, von ganz eigenthümlicher Form.

Ueber die Lage desselben innerhalb der Drüsenlappen giebt der Verfasser leider nichts Bestimmtes an, bemerkt nur, dass es stets als das End-

glied dieser Nervengruppe erscheint und sich daher auch nur mit wenigen Zweigen in Verbindung setzt.

Und auch von dem Bau dieses Ganglion erfahren wir nur, dass es eine Kette von Nervenzellen darstellt, in welchen Fett in gröberer oder feinerer Vertheilung enthalten ist, so dass wir zur Wiedererkennung dieses Apparats allein auf die Abbildung Kupffers angewiesen sind.

Danach glaube ich nun bestimmt dasselbe Gebilde vorgefunden zu haben, welches Kupffer[12]) in seiner Fig. 1, C dargestellt hat. Dasselbe liegt, wenn man die vier Längszüge der Drüse in eine Ebene legt (Taf. 1. Fig. 6), auf der Aussenseite der beiden äusseren Drüsengruppen, und zwar meistens in der Nähe des vorderen Endes derselben, zeigt aber in seinem Auftreten sowie besonders in seiner Grösse keine Constanz.

Es besteht aus einer Reihe länglicher Spindeln, welche sich theils einzeln hinter einander reihen, meistens jedoch zu zweien und dreien neben einander derartig angeordnet sind, dass sie etwa mit einer Guirlande verglichen werden könnten (Taf. 3. Fig. 25).

Die einzelnen Spindeln liegen entweder ohne verbindende Stränge direct an einander oder aber sie communiciren mit Hülfe von fibrillär streifigen Fäden, welche auch öfters seitliche Zweige an die Drüsenlappen aussenden. Diese fibrilläre Streifung setzt sich aber niemals in die Spindeln selbst fort, sondern letztere sind von einer Unmenge sehr feiner Fettkügelchen erfüllt, zwischen denen sich noch andere gelblich erscheinende Körner vorfinden, so dass die Spindeln ein ziemlich homogenes Aussehen besitzen und sich bei Behandlung mit Osmiumsäure intensiv schwärzen. Während diese Masse von einer derben, structurlosen Membran umschlossen wird, liegen im Innern derselben constant zwei bis drei Kerne, höchst selten findet sich nur ein einziger vor. Dieselben sind vollkommen kugelrund und scharfrandig und weisen nach Carminfärbung mehrere Nucleoli auf, unter denen einer an Grösse hervorsticht; sie erscheinen somit in ihrer Structur und ihrer relativen Grösse völlig identisch mit den Kernen, welche ich schon vorher im echten Fettgewebe beschrieben habe.

Ausserdem finden sich in diesen Gebilden, nach Kupffer, eigenartige glänzende Ellipsoide, welche mir jedoch unter mehreren Hunderten von Exemplaren, die ich untersucht habe, soweit ich mich erinnere, nur zweimal

aufgestossen sind und sich in diesen beiden Fällen nicht nur in den Spindeln, sondern auch in dem Epithelbelag der Ausführungsgänge und der Tracheen und auch in den Drüsen selbst sehr massenhaft vorfanden. Ich bin daher der Ansicht, dass wir es hier mit einem pathologischen Product zu thun haben.

Die soeben beschriebenen Spindeln stehen, wie schon erwähnt, mit einem Netzwerk von fibrillär streifigen Fäden in Verbindung, welche aber oft so breit werden können, dass sie grosse lamellenförmige Verbreiterungen repräsentiren und dann die einzelnen Spindeln inselartig eingesprengt enthalten.

Das ganze Geflecht steht in äusserer Verbindung mit den Drüsen, niemals habe ich jedoch constatiren können, dass Nervenfibrillen dasselbe versorgten, noch mit demselben irgendwie communicirten.

Auf Grund dieser Befunde kann ich mich der Deutung Kupffers nicht anschliessen, wonach diese Spindeln Ganglienzellen sein sollen, sondern ich erblicke in denselben eine besondere Form eines fettig infiltrirten Bindegewebes.

In dieser Anschauung werde ich besonders dadurch bestärkt, dass sich auch an anderen Körperstellen der Blatten, so z. B. zwischen den einzelnen Ovarialschläuchen, dasselbe Fettgewebe in derselben Form vorfindet, dort nur in noch viel reichhaltigerer Entwickelung. Ueberdies scheint dieser Gewebsart eine weitere Verbreitung zuzukommen, da sie sich auch nach den Untersuchungen Weismanns[20]) in der Leibeshöhle der Musciden vorfindet, woselbst dieser Forscher sie als den sogenannten guirlandenförmigen Körper schon lange beschrieben hat, ohne sich allerdings über ihren morphologischen Werth bestimmt auszusprechen.

3. Von der Verbindung der Nerven mit den Drüsenzellen.

Durch die Untersuchungen sensibler und motorischer Nervenendigungen und die Entdeckung specifischer Endigungsgebilde derselben hat sich im Allgemeinen die Ansicht herausgebildet, es müssten überhaupt die Nerven mit ganz bestimmten circumscripten Endorganen abschliessen.

So verständlich aber derartige Bildungen an sensibeln Nerven auch sind, so sehr stehen dieselben jedoch einer plausibeln Auffassung der Reizübertragung auf die Muskeln und die Drüsen im Wege, da ihre Wirkung offenbar um so schwerer zu erklären sein wird, je selbstständiger und abgeschlossener sie sich in den Organen darstellen, welche sie innerviren.

Aus diesem Grunde ist man wohl auch geneigt, die bisher aufgefundenen Nervenendplatten in den Muskeln noch nicht für die eigentlichen letzten Enden der Nerven zu halten, sondern schliesslich eine directe Vereinigung der Primitivfibrillen mit der contractilen Substanz zu postuliren.

Aus ganz demselben Grunde aber scheint mir auch das Bestreben, in den Drüsenzellen specifische Nervenendorgane aufzufinden, ein verfehltes zu sein und unseren sonstigen Vorstellungen von der Mittheilung der Erregung wenig Vorschub zu leisten.

Ich glaube vielmehr, dass wir der Lösung der Frage nach der Reizübertragung näher kommen, wenn wir eine unmittelbare Vermischung des Protoplasma von Nerv und Drüse zu constatiren im Stande sind.

In diesem Sinne hat bereits Engelmann an den Speicheldrüsen von *Bombus* eine unvermittelte Verbindung von Nerv und Drüsenzellen beschrieben, ohne freilich den sicheren Beweis für die Natur seiner Nerven beigebracht zu haben, es sei denn, dass man denselben in der offenen Communication sehen will, in welcher Drüsenprotoplasma und Nervenfibrillen stehen.

Und auch Kupffers Darstellung der Nervenendigungsweise in den Drüsenzellen der Blatten vertritt principiell denselben Standpunkt, wenn dieser Forscher auch die Nervenenden in Form eines feinen Netzwerkes darstellt: denn schliesslich sollen ja die letzten Enden der Nerven derartig im Protoplasma verschwinden, dass sie davon nicht zu unterscheiden sind.

Allein die thatsächlichen Verhältnisse, welche zu Kupffers Schilderungen Veranlassung gegeben haben, haben sich nach meinen Untersuchungen anders herausgestellt, obwohl ich mich in der Sache selbst, besonders ihrer theoretischen Seite nach, mit ihm eins weiss.

Es waren auch Differenzen von Kupffer schon aus dem Umstande zu erwarten, dass derselbe die an Kalilauge studirten Verhältnisse für normale Bildungen erklärte. Wer jedoch die quellenden Wirkungen dieses Reagens unter dem Mikroskop verfolgt, der wird zwar die hierdurch bedingte Durchsichtigkeit des Objects für sehr erwünscht halten, derartig feine histologische Bildungen aber, wie sie bei dieser Behandlungsmethode auftreten, zum mindesten mit Misstrauen ansehen.

Ausgehend von dem Gedanken, dass, falls sich die Nerven nach ihrem Durchtritt durch die membrana propria innerhalb der Drüsenzellen in

irgend welcher specifischen Form fortsetzten, auch vielleicht ein Mittel gefunden werden könnte, dieselben darin nachzuweisen, habe ich eine grosse Anzahl von Reagentien zur Anwendung gebracht, von denen ich besonders folgende hervorhebe: die Osmiumsäure, das Osmiumamid, die Osmium-Essigsäure, die Chromosmium-Essigsäure — diese Combinationen nach wechselndem Procentgehalt —, das Goldchlorid und die verschiedensten Carmin- und Anilinfarbstoffe.

Allein bei keiner einzigen der angewandten Methoden vermochte ich bezüglich der Nervenendigungen mehr zu erkennen, als auch an günstigen Stellen des frischen Objects.

Obwohl ich nun sehr wohl weiss, wie wenig erschöpfend einmal meine Untersuchungsmethoden waren, wie andererseits aber durch einen derartig negativen Befund noch nichts Allgemeines bewiesen wird, so glaube ich doch, sowohl nach Untersuchungen an frischen und gut conservirten Drüsen, als auch auf Grund theoretischer Erwägungen, dass die Nervenfibrillen nach ihrem Durchtritt durch die membrana propria und der dadurch bedingten Vereinigung mit dem Drüsenprotoplasma ihr eigentliches Ende erreicht haben.

Es stellen sich nämlich die thatsächlichen Verhältnisse folgendermaassen dar.

Verfolgen wir einen zu den Drüsen ziehenden Nerven, sei es, dass er vom Eingeweidenervensystem oder vom unteren Schlundganglion entspringt — ein Umstand, der, soweit ich gefunden habe, auf seine Endigung keinen erkennbaren Einfluss ausübt —, so können wir den Eintritt des Nerven in den Acinus derartig beobachten, wie er in Taf. 3. Fig. 23. dargestellt ist.

Danach geht das Neurilemm continuirlich in die tunica propria des Acinus über, während die Nervenfibrillen sich direct in die streifige Zone der kapselhaltigen Zellen fortsetzen, jedoch so, dass sie dort aufhören, wo das Drüsenprotoplasma beginnt.

So oft ich diesen Eintritt der Nerven in die Drüsenzellen auch beobachtet habe, niemals habe ich, selbst bei Anwendung der stärksten Vergrösserungen, auch nur den geringsten Anhalt dafür gefunden, dass die Fibrillen sich in die Zelle weiter fortsetzen sollten; unmittelbar nach ihrem Durchtritt durch die tunica propria hören sie auf als solche zu existiren denn dort beginnt sofort die streifige Zone des Drüsenprotoplasma.

Nun könnte man vielleicht der Ansicht sein, dass diese Streifung im Drüsenprotoplasma, ähnlich wie dies Pflüger in den Drüsenausführgängen bei Wirbelthieren beschrieben hat, durch eine pinselförmige Ausstrahlung der Nervenfibrillen in die Drüsenzellen hinein bedingt würde; allein dem kann ich entgegenhalten, dass dieses Streifensystem auch in denjenigen retortenhaltigen Zellen genau in derselben Deutlichkeit auftritt, welche nachweisbar von der Peripherie des Acinus aus nicht innervirt werden. Es hängt daher diese Bildung nicht mit den Nervenendigungen zusammen.

Auf Grund dieser Befunde constatire ich daher die Richtigkeit des schon von Kupffer ausgesprochenen Satzes, dass das Eindringen der Nerven in die Drüsenzellen eine Thatsache ist, und füge demselben den zweiten hinzu, dass mehrere Nervenfibrillen mit dem streifigen Protoplasma der kapselhaltigen Drüsenzellen verschmelzen, ohne in demselben eigenthümliche Endorgane erkennen zu lassen.

Man hat bezüglich des ersten Satzes Kupffer entgegengehalten, dass die Nerven deshalb nicht in die Drüse eindringen sollten, weil die tunica propria continuirlich unter den Nerven hinwegzöge. Allein man hat dabei nicht bedacht, dass dies bei tieferer Einstellung des Focus ebenso gut wie bei höherer durchaus der Fall sein muss, da man eben nicht die mit dem Nerv in gleicher Ebene liegenden Stellen der Membran gesehen hat, sondern tiefer oder höher liegende, welche dann natürlich unversehrt sind und sich auf dem optischen Querschnitt als continuirliche Linien darstellen.

Es besitzt somit dieser Einwurf keine Stichhaltigkeit.

Sollten jedoch an dieser Thatsache noch etwaige Zweifel vorhanden sein, so glaube ich, dass dieselben am besten durch die Bilder sehr dünner Schnitte gehoben werden, von denen Taf. 3. Fig. 24. einen darstellt.

In demselben hat sich durch die Einwirkung der Reagentien das Protoplasma von der membrana propria zurückgezogen, ist aber da in seiner ursprünglichen Lage geblieben, wo der Nerv sich mit demselben in festere Verbindung setzte.

Hier constatiren wir nun mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit, dass die membrana propria in der That vom Nerv durchbohrt wird.

Aber auch in diesem Falle, wie überhaupt auf Schnitten, liessen sich die Nervenfibrillen nicht über die tunica propria in die Drüse hinein ver-

folgen, so dass ich hierdurch in meiner Ansicht bestärkt werde, dass die Nerven nach der Durchbohrung der membrana propria weiterhin keine specifischen Endigungen zur Schau tragen.

Indem ich hiermit meine Untersuchungen abschliesse, nehme ich von einer Verallgemeinerung meiner Befunde vorläufig Abstand; jedoch glaube ich, dass hierdurch der Boden gesichert ist, auf welchem weitere Arbeiten auch zu allgemein gültigen Resultaten führen werden.

Tafelerklärungen.

Taf. 1.

Fig. 1. Darstellung des Oesophagus, der Speicheldrüsen, des oberen Schlundganglion und des Eingeweidenervensystems mit den Speicheldrüsennerven von *Blatta orientalis*. Ansicht von oben. Vergr. 15/1.

Oe. = Oesophagus.
Gfr. = Ganglion frontale.
N. olf. = Nervus olfactorius.
N. opt. = Nervus opticus.
Osgl. = Oberes Schlundganglion.
G. ant. = Vorderes Ganglienpaar des paarigen Eingeweidenervensystems.
G. post. = Hinteres Ganglienpaar des paarigen Eingeweidenervensystems.
Nr. = Nervus recurrens.
G. Nr. = Hinteres dreieckiges Ganglion des nervus recurrens.
Spdr. = Speicheldrüsen.
Res. = Reservoir.
Adr. = Drüsenausführgang.
a, a, a, a = Speicheldrüsennerven vom nervus recurrens.
b, b, b = Speicheldrüsennerven vom paarigen Eingeweidenervensystem.
d. = Verbindungsnerv des Frontalganglion mit der Commissur vom oberen zum unteren Schlundganglion.

Fig. 2. Nervus recurrens, Speicheldrüsen und Drüsennerven von *Blatta orientalis*. Der nervus recurrens ist vom Oesophagus abpräparirt.

Nr. = Nervus recurrens.
a, a, a, a = Drüsennerven vom nervus recurrens.
A, A, A = Drüsenacini.

Fig. 3. Drüsenacinus in Aqua dest. gequollen. Hartn. Oc. 3. Imm. 10.

Gsk. = Gelöste Secretkugeln.
K. = Kern.
Pr. = Protoplasma.
Sbl. = Secretionsbläschen.

Fig. 4. Frische normal arbeitende Drüse von *Blatta germanica*. Hartn. Oc. 3. Imm. 10.
Rh. = Retortenhaltige Zellen.
Rl. = Retortenlose Zellen.
Rla. = Zellen mit viel ungelöstem Secret.
Rlb. = Zellen mit wenig ungelöstem Secret.
Rlc. = Zellen mit viel gelöstem Secret.
Sbl. = Secretionsbläschen.

Fig. 5. Kerne der frischen Drüse. Hartn. Oc. 3. Imm. 10.

Fig. 6. Ansicht von unten auf die linke Hälfte der Speicheldrüsen, welche im Zusammenhang mit dem unteren Schlundganglion und den beiden ersten Thoracalganglien herauspräparirt sind. Vergr. 15/1.
Adr. = Ausführungsgang der Drüse.
Rdr. = Ausführungsgang des Reservoirs.
Spg. = Gemeinsamer Speichelgang.
Usgl. = Unteres Schlundganglion.
Spdr. = Speicheldrüsen.
Res. = Reservoir.
Gpth. = Prothoracalganglion.
Gmth. = Mesothoracalganglion.
c, c, c = Speicheldrüsennerven.

Fig. 7. Secretkugeln. Hartn. Oc. 3. Imm. 10.

Fig. 8. Schnitt durch einen Drüsenacinus von *Blatta orientalis*. Hartn. Oc. 3. Imm. 10.
Rh. = Retortenhaltige Zellen.
Rl. = Retortenlose Zellen.
Rla. = Zellen, die viel Secret enthalten hatten.
Rlb. = Zellen, die wenig Secret enthalten hatten.
Pr. = Protoplasma.
Sbl. = Secretionsbläschen.
K. = Kern.

Fig. 9. Drüsenacinus einer *Blatta germanica*, welche lange gehungert hatte. Der Acinus ist prall mit Secretkugeln erfüllt. Hartn. Oc. 3. Imm. 10.

Fig. 10. Kerne der Drüse nach Behandlung mit Aqua dest.

Taf. 2.

Fig. 11. Sagittaler Schnitt durch den Kopf von *Blatta orientalis* genau in der Mediane. Darin ist das Gehirn aus Schnitten combinirt körperlich hineingezeichnet.

Ch. = Chitin.
Ma. = Matrix des Chitins.
Lbr. = Labrum.
Lb. = Labium.
Hyp. = Hypopharinx.
Os. = Mundhöhle.
Oe. = Oesophagus.
Spg. = Speichelgang.
Hn. = Verschlusshaken des Speichelgangs.
Osgl. = Oberes Schlundganglion.
N. opt. = Nervus opticus.
N. olf. = Nervus olfactorius.
G. ant. = Vorderes Ganglion des paarigen Eingeweidenervensystems.
G. post. = Hinteres Ganglion des paarigen Eingeweidenervensystems.
Nr. = Nervus recurrens.
Gfr. = Ganglion frontale.
d. = Verbindungsnerv des Frontalganglion mit der Commissur vom oberen zum unteren Schlundganglion.
C. = Commissur.
e. = Nerv von der Commissur ins Labrum.
Usgl. = Unteres Schlundganglion.
f. = Nerv vom unteren Schlundganglion zur Mandibel.
g. = Nerv vom unteren Schlundganglion zur Maxille.
h. = Nerv vom unteren Schlundganglion zum Labium.
Cpth. = Commissur zum Prothoracalganglion.

Fig. 12. Schräger Frontalschnitt durch das untere Schlundganglion und den davon ausgehenden Speicheldrüsennerv.

Usgl. = Unteres Schlundganglion.
Gz. = Ganglienzellen.
Fbr. = Fibrillen.
I. Nl. = Inneres Neurilemm.
A. Nl. = Aeusseres Neurilemm.
Cpth. = Commissur zum Prothoracalganglion.
b. = Speicheldrüsennerv.

Fig. 13. Frontalschnitt durch das Frontalganglion von *Blatta orientalis*. Hartn. 5. Oc. 3.
Nl. = Neurilemm.
Nlk. = Kerne des Neurilemm.
Gz. = Ganglienzellen.
Ps. = Leydigsche Punktsubstanz.
Sf. = Stützfasern vom Neurilemm ausgehend.
d. = Verbindungsnerven zur Hirncommissur.
Nr. = Nervus recurrens.

Fig. 14. Querschnitt durch das paarige und unpaare Eingeweidenervensystem in der Richtung A der Figur 15.

Fig. 15. Oberer Theil des unpaaren und paarigen Eingeweidenervensystems von *Blatta orientalis*, in dieser Form vom Oesophagus abpräparirt.
Gfr. = Ganglion frontale.
d. = Verbindungsnerven zur Hirncommissur.
Nr. = Nervus recurrens.
m, m, m = Vom Frontalganglion ausgehende Nerven.
G. ant. = Vorderes Eingeweideganglienpaar.
G. post. = Hinteres Eingeweideganglienpaar.
Ast. = Anastomosen zwischen den paarigen Ganglien und dem Nervus recurrens.
b, b = Speicheldrüsennerven.

Fig. 16. Sagittalschnitt durch das obere Schlundganglion, ein Ganglion des vorderen Ganglienpaares und durch die Verbindung dieser beiden Theile. Hartn. 5. Oc. 3.
Gkb. = Ganglienzellkerne des Bechers.
Bw. = Becherwand.
Gz. = Ganglienzellen.
Ck. = Centralkörper.
Gst. = Gehirnstiel.
Fbr. = Nervenfibrillen.
Gk. = Ganglienzellkerne.

Fig. 17. Sagittalschnitt durch das Frontalganglion von *Blatta orientalis*. Bezeichnung wie in Fig. 13. Hartn. 5. Oc. 3.

Fig. 18. Querschnitt durch das paarige und unpaare Eingeweidenervensystem in der Richtung B der Fig. 15.

Taf. 3.

Fig. 19. Speicheldrüsennerv vom unteren Schlundganglion und äusseres fetthaltiges Neurilemm desselben. Hartn. 3. Oc. 3.

N. = Nerv.
k. = Kerne des Nerven.
F. = Fettzellen des äusseren Neurilemms.
K. = Kerne der Fettzellen.

Fig. 20. Dasselbe wie in Fig. 19 bei stärkerer Vergrösserung. Hartn. Oc. 3. Imm. 10.

Fig. 21. Rechtes Ganglion des hinteren Ganglienpaares vom paarigen Eingeweidenervensystem, der davon ausgehende Speicheldrüsennerv und damit im Zusammenhang einige Acini der Speicheldrüse.

G. post. = Hinteres Ganglion.
b. = Speicheldrüsennerv.
A. = Acini der Drüsen.

Fig. 22. Nervus recurrens und ein davon ausgehender Speicheldrüsennerv von *Blatta orientalis*. Hartn. Oc. 3. Imm. 10.

Nr. = Nervus recurrens.
k. = Kerne desselben.
Nfbr. = Nervenfibrillen.
a. = Speicheldrüsennerv.

Fig. 23. Nervus recurrens ein Speicheldrüsennerv und damit in Verbindung drei kapselhaltige Drüsenzellen von *Blatta germanica*. Hartn. Oc. 3. Imm. 10.

Nr. = Nervus recurrens.
a. = Speicheldrüsennerv.
k. = Nervenkerne.
K. = Drüsenzellenkerne.
Sbl. = Secretionsbläschen.
T. pr. = Tunica propria.
A. = Ausführungsgang der Secretkapseln.
Pr. = Drüsenprotoplasma.

Fig. 24. Schnitt durch einen Drüsennerven des nervus recurrens und durch zwei kapselhaltige Drüsenzellen von *Blatta orientalis*. Bezeichnung wie in Fig. 23. Hartn. Oc. 3. Imm. 10.

Fig. 25. Guirlandenförmiger Bindegewebskörper von *Blatta orientalis*.

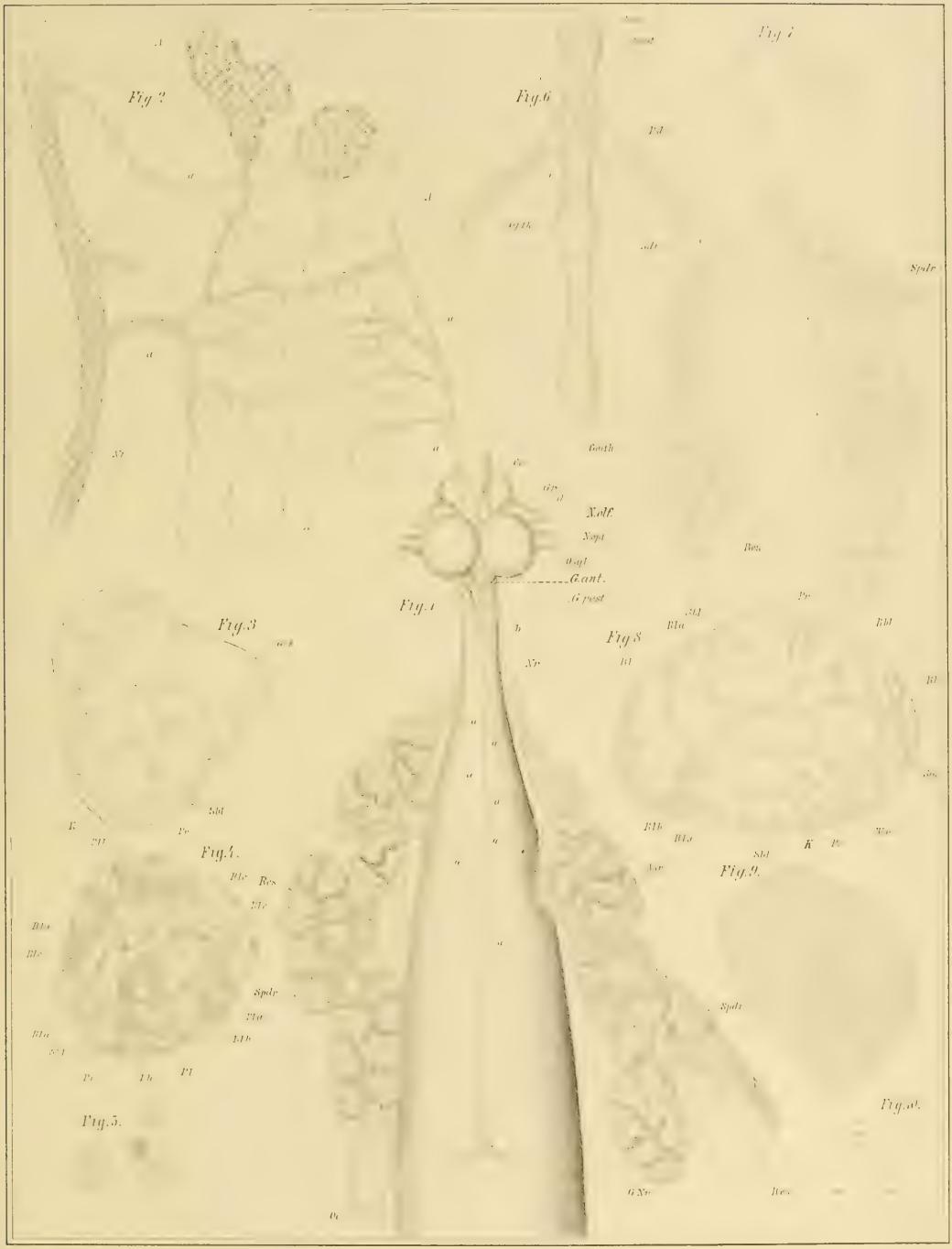
Sp. = Spindeln.
k. = Kerne der Spindeln.

Fig. 26. Dasselbe wie in Fig. 19. Hartn. 8. Oc. 3.

Litteraturverzeichniss.

1. Heidenhain: a) Studien des physiol. Instituts zu Breslau IV. 1868.
b) Die acinösen Drüsen der Schleimhäute, insbes. der Nasenschleimhaut. Breslau 1870.
c) Hermanns Handbuch der Physiologie. V. Bd. 1. Abth. Speicheldrüsen. p. 30.
2. Pflüger: Die Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. V. p. 193.
3. Lyonet: Chenille, qui ronge le bois de saule. 1762. p. 499.
4. Joseph: Zool. Anzeiger 1880. p. 326.
5. Leydig: Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere. Bonn 1883. p. 136. p. 129 ff. p. 141.
6. J. Fr. Brandt: Bemerkungen über die Mundmagennerven oder Eingeweidenerven der Evertebraten. Mém. Acad. St.-Pétersbourg. 6e Série, Tom. 3. Sc. nat. 1835.
7. Cholodkowsky: Horae societatis entomologicae Rossicae. Petersburg 1881. Bd. XVI. p. 6 ff.
8. Wagner: Zootomie, 2. Theil; Vergleichende Anatomie der Wirbellosen von Frey und Leuckart. p. 46.
9. Joh. Müller: De glandularum secernentium structura penitiore earumque prima formatione in homine atque animalibus.
10. Meckel: Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere. Müllers Archiv. 1846.
11. Leydig: Lehrbuch der Histologie. p. 474. Fig. 234.
12. Kupffer: a) Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. IX. p. 387.
b) Beiträge zur Anatomie und Physiologie als Festgabe Carl Ludwig gewidmet. Leipzig 1875. p. 64 ff.
13. Engelmann: Ueber Drüsennerven, Bericht über einige in Gemeinschaft mit Th. W. van Lith de Jeude angestellte Untersuchungen. Separat-Abdruck aus Pflügers Archiv für die gesammte Physiologie. Bd. XXIV. 1881.

14. Leydig: Bemerkungen über die Farben der Hautdecke und Nerven der Drüsen bei Insekten. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. XII. 1876.
15. Chun: Ueber den Bau, die Entwickelung und physiol. Bedeutung der Rectaldrüsen bei den Insekten. p. 24.
16. Schindler: Beiträge zur Kenntniss der Malpighischen Gefässe der Insekten. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 30. p. 587.
17. Schiemenz: Ueber das Herkommen des Futtersaftes und die Speicheldrüsen der Biene, nebst einem Anhang über das Riechorgan. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 38. 1883. p. 71 ff.
18. Léon Dufour: Recherches anatomiques sur les Orthoptères.
19. Huxley: Handbuch der Anatomie der wirbellosen Thiere.
20. Weismann: Die nachembryonale Entwickelung der Musciden. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 14.
21. Basch: Ueber das chylo- und uropoetische System der *Blatta orientalis*. Sitzungsber. der Wien. Akad. 1858.
22. Köstler: Ueber das Eingeweidenervensystem von *Periplaneta orientalis*. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 39. p. 572 ff.
23. Newton: On the brain of the Cockbroach, *Blatta orientalis*. Quarterly Journal of microscopical science. Vol. XIX. 1879.
24. Joh. Müller: Ueber ein eigenthümliches, dem nervus sympathicus analoges Nervensystem der Eingeweide bei den Insekten. Nova Acta der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Bd. 14. Pars I. Bonn 1828. 4°.



B. Hofer: Speicheldrüsen von Blatta. Taf. I.

Lith. v. H. Schenck in Halle.

B. Hofer: Speicheldrüsen von Blatta. Taf. 2.

Hofer del. Lith. v. H. Schenck in Halle.

B. Hofer: Speicheldrüsen von Blatta. Taf. 3.

3 2044 072 239 965

Folgende von der Akademie herausgegebene Bände der NOVA ACTA sind durch die Buchhandlung von Wilh. Engelmann in Leipzig zu beziehen:

Band L								Halle	1887.	4°.
„ XLIX								„	1887.	4°.
„ XLVIII								„	1886.	4°.
„ XLVII								„	1885.	4°.
„ XLVI								„	1884.	4°.
„ XLV								„	1884.	4°.
„ XLIV								„	1883.	4°.
„ XLIII								„	1882.	4°.
„ XLII								„	1881.	4°.
„ XLI P. II								„	1880.	4°.
„ XLI P. I								„	1879.	4°.
„ XL								„	1878.	4°.
„ XXXIX								Dresden	1877.	4°.
„ XXXVIII								„	1876.	4°.
„ XXXVII								„	1875.	4°.
„ XXXVI								„	1873.	4°.
„ XXXV								„	1870.	4°.
„ XXXIV								„	1868.	4°.
„ XXXIII		(= N. F. Bd. XXV)						„	1867.	4°.
„ XXXII P. II		(= „ „ „ XXIV Abth. 2)						„	1867.	4°.
„ XXXII P. I		(= „ „ „ XXIV Abth. 1)						„	1865.	4°.
„ XXXI		(= „ „ „ XXIII)						„	1864.	4°.
„ XXX		(= „ „ „ XXII)						„	1864.	4°.
„ XXIX		(= „ „ „ XXI)						Jena	1862.	4°.
„ XXVIII		(= „ „ „ XX)						„	1861.	4°.
„ XXVII		(= „ „ „ XIX)						„	1860.	4°.
„ XXVI P. II		(= „ „ „ XVIII Abth. 2)						Breslau und Bonn	1858.	4°.
„ XXVI P. I		(= „ „ „ XVIII Abth. 1)						„ „	1857.	4°.
„ XXV P. II		(= „ „ „ XVII Abth. 2)						„ „	1856.	4°.
„ XXV P. I		(= „ „ „ XVII Abth. 1)						„ „	1855.	4°.
„ XXIV Spl.		(= „ „ „ XVI Spl.)						„ „	1854.	4°.
„ XXIV P. II		(= „ „ „ XVI Abth. 2)						„ „	1854.	4°.
„ XXIV P. I		(= „ „ „ XVI Abth. 1)						„ „	1854.	4°.
„ XXIII Spl.		(= „ „ „ XV Spl.)						„ „	1856.	4°.
„ XXIII P. II		(= „ „ „ XV Abth. 2)						„ „	1852.	4°.
„ XXIII P. I		(= „ „ „ XV Abth. 1)						„ „	1851.	4°.
„ XXII Spl.		(= „ „ „ XIV Spl.)						„ „	1852.	4°.
„ XXII P. II		(= „ „ „ XIV Abth. 2)						„ „	1850.	4°.
„ XXII P. I		(= „ „ „ XIV Abth. 1)						„ „	1847.	4°.
„ XXI Spl.		(= „ „ „ XIII Spl.)						„ „	1846.	4°.
„ XXI P. II		(= „ „ „ XIII Abth. 2)						„ „	1845.	4°.
„ XXI P. I		(= „ „ „ XIII Abth. 1)						„ „	1845.	4°.
„ XX P. II		(= „ „ „ XII Abth. 2)						„ „	1844.	4°.
„ XX P. I		(= „ „ „ XII Abth. 1)						„ „	1843.	4°.
„ XIX Spl. II		(= „ „ „ XI Spl. 2)						„ „	1841.	4°.
„ XIX Spl.		(= „ „ „ XI Spl. 1)						„ „	1843.	4°.
„ XIX P. II		(= „ „ „ XI Abth. 2)						„ „	1842.	4°.
„ XIX P. I		(= „ „ „ XI Abth. 1)						„ „	1839.	4°.
„ XVIII Spl. II		(= „ „ „ X Spl. 2)						„ „	1841.	4°.
„ XVIII Spl. I		(= „ „ „ X Spl. 1)						„ „	1841.	4°.
„ XVIII P. II		(= „ „ „ X Abth. 2)						„ „	1838.	4°.
„ XVIII P. I		(= „ „ „ X Abth. 1)						„ „	1836.	4°.
„ XVII Spl.		(= „ „ „ IX Spl.)						„ „	1836.	4°.
„ XVII P. II		(= „ „ „ IX Abth. 2)						„ „	1835.	4°.
„ XVII P. I		(= „ „ „ IX Abth. 1)						„ „	1835.	4°.
„ XVI Spl.		(= „ „ „ VIII Spl.)						„ „	1834.	4°. [vergriffen.]
„ XVI P. II		(= „ „ „ VIII Abth. 2)						„ „	1833.	4°.
„ XVI P. I		(= „ „ „ VIII Abth. 1)						„ „	1832.	4°.
„ XV Spl.		(= „ „ „ VII Spl.)						„ „	1831.	4°. [vergriffen.]
„ XV P. II		(= „ „ „ VII Abth. 2)						„ „	1831.	4°.
„ XV P. I		(= „ „ „ VII Abth. 1)						Bonn	1831.	4°.
„ XIV Spl.		(= „ „ „ VI Spl.)						„	1829.	4°. [vergriffen.]
„ XIV P. II		(= „ „ „ VI Abth. 2)						„	1829.	4°.
„ XIV P. I		(= „ „ „ VI Abth. 1)						„	1828.	4°.
„ XIII P. II		(= „ „ „ V Abth. 2)						„	1827.	4°.
„ XIII P. I		(= „ „ „ V Abth. 1)						„	1826.	4°.
„ XII P. II		(= „ „ „ IV Abth. 2)						„	1825.	4°.
„ XII P. I		(= „ „ „ IV Abth. 1)						„	1824.	4°.
„ XI P. II		(= „ „ „ III Abth. 2)						„	1823.	4°.
„ XI P. I		(= „ „ „ III Abth. 1)						„	1823.	4°.
„ X P. II		(= „ „ „ II Abth. 2)						„	1821.	4°.
„ X P. I		(= „ „ „ II Abth. 1)						„	1820.	4°.
„ IX		(= „ „ „ I)						Erlangen	1818.	4°. [vergriffen.]